333.7 E567 French c.1
Ontario. Ministry of Energy
nergie et soci t : guide
R.W.B. JACKSON LIBRARY
OISE CR
3 0005 03081 0595

ÉNERGIE ET SOCIÉTÉ

Guide de l'enseignant

Ministère de l'éducation, Ontario

OHEC
333.7
E567
French

THE LIBRARY

The Ontario Institute

for Studies in Education

Toronto, Canada

The R. W. B. Jackson
Library
OISE

THE ONTARIO INSTITUTE FOR STUDIES IN EDUCATION LIBRARY

Ce guide pédagogique traite de la crise énergétique et de l'aptitude à prendre des décisions raisonnées.

La crise énergétique va demeurer un facteur déterminant de notre vie. C'est une question cruciale qui, à l'avenir, influencera bon nombre de nos décisions dans des domaines aussi différents que l'utilisation de l'énergie à des fins personnelles et le lancement d'une entreprise commerciale ou industrielle; elle touche pratiquement toutes les facettes de notre vie. L'objet de ce document est de fournir aux enseignants de toutes les disciplines un matériel qui les aidera à traiter de la crise énergétique d'un point de vue pratique. La pénurie d'énergie est une réalité à laquelle nous devons faire face de façon constructive et originale.

Il est important de sensibiliser nos jeunes gens à l'usage, judicieux ou abusif, que l'on fait de l'énergie, pour les amener à prendre des décisions intelligentes et pratiques. Avant de pouvoir prendre de telles décisions, les élèves doivent étudier tous les aspects du problème de l'énergie. C'est alors qu'ils seront en mesure de faire des choix fondés sur une remise en question de leurs valeurs et de leur mode de vie en fonction des ressources énergétiques dont nous disposerons.

Les jeunes d'aujourd'hui et de demain sont appelés à prendre des décisions concernant l'énergie qui auront une influence décisive sur la nature du monde à venir et dont eux-mêmes et les générations à venir auront à subir les conséquences. Je souhaite sincèrement qu'ils puissent dire que les écoles de l'Ontario les ont bien préparés à faire face à de telles responsabilités.

LIBRARY
NOV 9 1981
THE ONTARIO INSTITUTE
FOR STUDIES IN EDUCATION

Le ministre de l'Éducation

Pourquoi économiser l'énergie?

Voici près d'un siècle que les jeunes Ontariens grandissent habitués à avoir à portée de la main d'abondantes sources d'énergie. Cette époque sera bientôt révolue. Nos ressources énergétiques conventionnelles diminuent lentement mais sûrement; nous avons aménagé la plupart de nos importantes chutes d'eau pour produire de l'électricité; le pétrole brut dont nous disposions en abondance pour alimenter nos moteurs et chauffer nos maisons devient une denrée rare et nos approvisionnements en charbon diminuent.

Savants et ingénieurs travaillent à l'exploitation d'autres sources d'énergie : solaire, éolienne, énergie provenant des déchets. Les jeunes qui fréquentent actuellement les écoles de l'Ontario verront sans doute utiliser couramment ces ressources énergétiques renouvelables. Mais avant qu'elles puissent être exploitées et qu'elles produisent de grandes quantités d'énergie, il nous faudra économiser les ressources énergétiques limitées dont nous disposons actuellement.

Ce n'est pas facile de perdre des habitudes bien ancrées. Ceux d'entre nous qui ont grandi en sachant qu'ils n'avaient qu'à tourner un bouton pour s'éclairer, se chauffer et faire marcher un moteur, et qu'ils pouvaient se procurer à la station-service du coin toute l'essence dont ils avaient besoin s'imaginent mal qu'il puisse en être autrement et que nous soyions obligés un jour de renoncer à nous servir de nos voitures comme bon nous semble.

Nous risquons de nous trouver face à une pénurie de ressources énergétiques d'ici quelques années si nous ne nous efforçons pas dès maintenant d'économiser sérieusement l'énergie. Nous devons bien comprendre nous-mêmes la situation énergétique pour pouvoir l'expliquer clairement et honnêtement à nos jeunes Ontariens. Nous devons les amener à se rendre compte que nos ressources énergétiques ne sont pas inépuisables. Nous devons enfin bien leur faire voir ce qui nous attend tous si l'énergie manque pour faire marcher nos usines et nos automobiles et chauffer nos maisons.

Le gouvernement de l'Ontario veut promouvoir l'économie d'énergie sous toutes ses formes. À mon avis, la première chose à faire pour transformer notre société en une société de conservation est de l'informer, de sensibiliser les gens aux problèmes auxquels nous allons avoir à faire face.

Voilà pourquoi les ministères de l'Éducation et de l'Énergie ont préparé ensemble ce document. J'espère sincèrement que les enseignants de toutes les disciplines le consulteront et l'utiliseront le plus souvent possible pour montrer aux jeunes comment ils peuvent économiser l'énergie et les sensibiliser aux conséquences du gaspillage si nous n'y mettons pas immédiatement un frein.

Le ministre de l'Énergie

Digitized by the Internet Archive
in 2024 with funding from
University of Toronto

https://archive.org/details/nergieetsocitgui00onta

Remerciements

Le ministère de l'Éducation remercie les personnes qui ont participé à l'élaboration de ce guide des enseignants sur l'énergie.

Comité chargé du projet sur l'énergie

Jack M. Bell, agent d'éducation, Direction des programmes, ministère de l'Éducation

Jack G. Davis, agent d'éducation, Direction des programmes (président du comité et coordonnateur du projet sur l'énergie), ministère de l'Éducation

Robert C. Millette, agent d'éducation, Direction des programmes, ministère de l'Éducation

John C. Rankin, adjoint à l'architecte en chef (planification), Section de l'architecture, Direction de l'administration et des finances scolaires, ministère de l'Éducation

Équipe de rédaction

John G. Cornfield, conseiller pédagogique en sciences, Conseil de l'éducation d'Ottawa (principal auteur de la 3e partie : L'électricité à notre service, et de la 4e partie : L'eau, notre ressource la plus gaspillée)

Jack G. Davis, agent d'éducation, Direction des programmes, ministère de l'Éducation (chargé de la coordination du projet sur l'énergie et des travaux de l'équipe de rédaction)

Dennis Field, chef de la section Sciences, École secondaire Champlain (Pembroke), Conseil de l'éducation du comté de Renfrew (a contribué à l'élaboration des 1re et 2e parties)

Hugh B. Gibson, chef de la section Sciences, *A.Y. Jackson Secondary School* (Hazeldean), Conseil de l'éducation de Carleton (a contribué à l'élaboration de la 1re partie)

Douglas M. Jolley, agent des programmes, Est de l'Ontario, ministère de l'Éducation (chef de l'équipe de rédaction de l'été et principal auteur de la 1re partie : Introduction, et de la 2e partie : Énergie consacrée au chauffage pour créer une atmosphère semi-tropicale)

Carmen Penty, assistante à la recherche (Experience '76) (a préparé la première ébauche de la 5e partie : La nourriture, combustible du corps humain, et a fourni le matériel de recherche et la bibliographie pour le projet)

Walter C. Tiessen, agent des services régionaux, Ouest de l'Ontario, ministère de l'Éducation (principal auteur de la 5e partie : La nourriture, combustible du corps humain)

Kathryn Young, coordonnatrice, Évaluation du matériel pédagogique, Direction des programmes, ministère de l'Éducation (a pris part à la rédaction et à la révision)

Consultants

David Cunningham, Faculté d'éducation, *University of Western Ontario*

Peter Middleton Associates (Toronto)

Terry Rothwell, *School of Engineering, University of Guelph*

Peter H. Southwell, *School of Engineering, University of Guelph*

Ratification, conseils techniques et autres contributions

Bill A. Andrews, Faculté d'éducation, *University of Toronto*

Soeur Ruth Aney, S.M.I., dessinatrice, Service de la production, Direction des communications, ministère de l'Éducation

Herbert A. Augustine, agent des programmes, Nord-Est de l'Ontario, ministère de l'Éducation

Martin Brown, *Ridgetown District High School,* Conseil de l'éducation du comté de Kent

Claire B. Campbell, ingénieur en projets, Hydro-Ottawa

George Clark, adjoint administratif du sous-ministre, ministère de l'Environnement

E. P. Cockshutt, coordonnateur du projet de l'énergie, Conseil national de la recherche (Ottawa)

Ed Gillan, section Sciences, *Thornlea Secondary School* (Thornhill), Conseil de l'éducation du comté de York

Ronald James Gourley, ingénieur principal des projets, Division de la lutte contre la pollution, Service des travaux, Municipalité régionale d'Ottawa-Carleton

Woitek Kubicki, dessinateur 2, Section de l'architecture (planification), Direction de l'administration et des finances scolaires, ministère de l'Éducation

Geoffrey McCaffrey, Bureau des renseignements, Hydro-Ontario (Toronto)

Leon Robert McNarry, agent de recherche, Division du génie électrique, Conseil national de la recherche (Ottawa)

Isabelle E. Morrison, agent des programmes, Ouest de l'Ontario, ministère de l'Éducation

G. Donovan Olds, maître principal, Sciences, Conseil de l'éducation du comté de York, et chef de la section Sciences, *Woodbridge High School*

Robert Radford, ingénieur, directeur de l'administration commerciale, Division de l'énergie nucléaire, Hydro-Ontario (Toronto)

John C. Rankin, adjoint à l'architecte en chef (planification), Section de l'architecture, Direction de l'administration et des finances scolaires, ministère de l'Éducation

Douglas B. Reid, adjoint au chef du service des demandes des clients, Hydro-Ontario (Ottawa)

David Stanley et Andrew Jinn, élèves du *Glebe Collegiate Institute* (Ottawa)

Robert J. Stevenson, agent des programmes, Ouest de l'Ontario, ministère de l'Éducation

Élèves de *High School of Commerce,* Ottawa : Dan Craig, Dave Horricks et Greg McEvoy (premiers dessins dont sont inspirés les dessins définitifs)

Elizabeth Thorsen, chargée de cours à temps partiel, Département de l'éducation physique et de l'hygiène, *University of Toronto*

Mel Wallis, expert en économie d'énergie, Hydro-Ontario (Toronto)

Jane Watson, coordonnatrice des ressources éducatives, Direction de l'information, ministère de l'Environnement

Dan E. Webster, *F. E. Madill Secondary School* (Wingham), Conseil de l'éducation du comté de Huron

Elgin Wolfe, Faculté d'éducation, *University of Toronto*

Au printemps de 1977, ce guide des enseignants a été mis à l'essai en classe par des élèves du *Glebe Collegiate Institute,* sous la surveillance de John Cornfield. Les résultats ont permis d'apporter des améliorations à ce document.

Remerciements spéciaux

Le ministère de l'Énergie de l'Ontario a assumé les frais d'élaboration et d'impression de ce guide des enseignants.

Références

Partie 1 : Introduction

«Selon moi, les décisions politiques les plus importantes . . .» (p. 3) : traduction libre de Robert Paehlke, «Energy Supply and Demand in Canada», Man-Environment Impact Conference, Toronto, novembre 1976.

«Système-définition» (p. 5) : traduction libre de Garrett Hardin, «Carrying Capacity of the Earth: The Central Ethical Concept», Man-Environment Impact Conference, Toronto, novembre 1976.

«Les lois de la thermodynamique» (p. 9) : traduction libre de Paul R. Ehrlich et Anne H. Ehrlich, *Population, Resources, Environment: Issues in Human Ecology* (2e éd., San Francisco, W. H. Freeman and Company, 1972), p. 55.

«Énergie thermique et climat» (p. 10) : traduction libre de G. Winstanley, «Energy Analysis», *Office of Energy Conservation Research Report* nº 6 (Ottawa, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources), p. 4.

Figure 1.5 (p. 10) : traduction libre de G. MacEachern et B. W. D. Elliott, «Agriculture and the Energy Question», dans *Agrologist* 2:6. Reproduit avec l'assentiment du Ministre des Approvisionnements et Services Canada.

Tableau 1.2 (p. 11) : traduction libre de Medard Gabel *et al*, *Energy, Earth and Everyone: A Global Strategy for Spaceship Earth* (San Francisco, Straight Arrow Books, 1975), p. 141.

«Le gaspillage naît de la hâte : pollution et entropie» traduction libre, (poème de Henry A. Bent, p. 12) ; extrait de «Energy and the Global System», dans *Chemistry* 44, nº 9, p. 9. Imprimé avec l'autorisation de l'American Chemical Society.

Figure 1.6 (p. 12) : traduction libre de *Energy, Earth and Everyone: A Global Strategy for Spaceship Earth,* p. 20.

Figure 1.7 (p. 13) : traduction libre de *Energy, Earth and Everyone: A Global Strategy for Spaceship Earth,* p. 20.

Figure 1.8 (p. 14) : d'après Canada, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, *Une stratégie de l'énergie pour le Canada : politique d'autonomie* (Ottawa, Imprimerie et Édition, Approvisionnements et Services Canada, 1976), p. 85.

Figure 1.9 (p. 15) : extrait de *Une stratégie de l'énergie pour le Canada : politique d'autonomie,* p. 91.

«Notre dépendance croissante . . .» (p. 16) : traduction libre de D. Timbrell, «Energy in Ontario», Man-Environment Impact Conference, Toronto, novembre 1976.

Tableau 1.4 (p. 17) : adapté de Kimon Valaskakis, Peter S. Sindell et J. Graham Smith, *La société de conservation sélective : le rapport-synthèse,* vol. 1 du *Projet de la société de conservation : rapport de la phase II* (Montréal, Gamma, 1976), p. 54. À l'avenir, nous désignerons cette publication par *Rapport Gamma.*

«Moyens d'atteindre notre autonomie . . .» (p. 17) : extrait de *Une stratégie de l'énergie pour le Canada : politique d'autonomie,* p. 141.

«Réduire le taux moyen d'accroissement . . .» (p. 17) : extrait de *Une stratégie de l'énergie pour le Canada : politique d'autonomie,* p. 165.

«La société d'économie : définition opérationnelle» (p. 18) : traduction libre du Conseil des sciences du Canada, *Conserver Society Notes* 1:2 (décembre 1975), p.3.

«La société d'économie est inévitable . . .» (p.18) : traduction libre de D.A.R. Thompson, «The Conserver Society: An Inevitability», Man-Environment Impact Conference, Toronto, novembre 1976.

«La demande en énergie résidentielle est forte . . .» (p. 19) : extrait du *Rapport Gamma,* vol. 1, p. 52.

«Notre priorité . . .» (p. 19) : traduction libre de Walter Pitman, «Politics, Ethics, and Ecology», Man-Environment Impact Conference, Toronto, novembre 1976. Reproduit avec la permission du *Ryerson Polytechnical Institute*.

«Je m'arrache les cheveux chaque fois que j'y pense» (p. 19) : traduction libre de Walter Pitman, «Politics, Ethics, and Ecology», Man-Environment Impact Conference, Toronto, novembre 1976.

«Pendant de nombreuses années . . .» (p. 19) : traduction libre de Patrick Watson, Radio-Canada.

«Ce gaspillage de la propriété . . .» (p. 20) : extrait du *Rapport Gamma,* vol. 1, p. 245.

«L'objet de la propriété . . .» (p. 20) : extrait du *Rapport Gamma,* vol. 1, p. 245.

«Mini-scénario d'une société de location» (p. 20) : extrait du *Rapport Gamma,* vol. 1, p. 246.

«Jusqu'à présent, nous avons pu échapper aux terribles conséquences . . .» (p. 23) : traduction libre de Maurice F. Strong, «Northern Energy: A Fragile Giant», Man-Environment Impact Conference, Toronto, novembre 1976.

«Il y a de cela quelques années, une tragédie exceptionnelle . . .» (p. 23) : traduction libre de Garrett Hardin, «Carrying Capacity of the Earth: The Central Ethical Concept», Man-Environment Impact Conference, Toronto, novembre 1976.

«Je suis de plus en plus convaincu . . .» (p.24) : traduction libre de Walter Pitman, «Politics, Ethics, and Ecology», Man-Environment Impact Conference, Toronto, novembre 1976.

«Working for Environment Change» (p. 25) : traduction libre de Monte Hummell, Man-Environment Impact Conference, Toronto, novembre 1976.

«En tant qu'enseignants, nous avons une responsabilité bien particulière . . .» (p. 25) traduction libre de E. Pleva, «The Meaning of Habitat in the Great Lakes Region», Man-Environment Impact Conference, Toronto, novembre 1976.

Partie 2 : Énergie consacrée au chauffage pour créer une atmosphère semi-tropicale

Figure 2.3 (p. 5) : traduction libre de J. F. Nicol et M. A. Humphreys, «Thermal Comfort as Part of a Self-Regulating System», dans *Building Research and Practice,* mai-juin 1973, p. 175.

Tableau 2.4 (p. 6) : adapté de l'Association canadienne de normalisation, 1975.

Figure 2.4 (p. 6) : adapté de l'Association canadienne de normalisation, 1975.

Figure 2.7 (p. 8) : extrait d'*Une stratégie de l'énergie pour le Canada : politique d'autonomie,* p. 86.

Figure 2.8 (p. 10) : extrait d'*Une stratégie de l'énergie pour le Canada : politique d'autonomie,* p. 93.

«Comment peut-on modifier un état d'esprit national?» (p. 10) : d'après J. J. Shepherd, directeur général, Conseil des sciences du Canada, décembre 1976.

«Troisième point de vue : conception totalement différente» (p. 13) : traduction libre de Maurice F. Strong, «Northern Energy: A Fragile Giant», Man-Environment Impact Conference, Toronto, novembre 1976.

«Économie d'énergie thermique» (jeu, p. 16-20) : traduction libre de *Conserve Energy.* avec l'autorisation de l'Hydro-Ontario.

Figure 2.20 (p. 32) : de *Popular Mechanics Do It Yourself Encyclopedia* (vol. 8, New York, The Hearst Corporation, 1968), p. 1 406.

Figure 2.23 (p. 34) : traduction libre de *Popular Mechanics Do It Yourself Encyclopedia* (vol. 8, New York, The Hearst Corporation, 1968).

Partie 3 : L'électricité à notre service

Figure 3.1 (p. 4) : extrait du rapport annuel de l'Hydro-Ontario, 1975.

«Compteur électrique» (p. 5) : d'après l'Hydro-Ontario, *L'électricité à la maison.*

«Demande future d'électricité» (p. 6) : extrait d'*Une stratégie de l'énergie pour le Canada : politique d'autonomie,* p. 78.

Tableau 3.2 (p. 6) : extrait d'*Une stratégie de l'énergie pour le Canada : politique d'autonomie,* p. 78.

Figure 3.4 (p. 7) : traduction libre de Douglas Paul, Denny Peirce et Kenneth Stief, *Energy and the Conservation Laws* (Toronto, Holt, Rinehart and Winston, 1974), p. 72.

Tableau 3.3 (p. 7) : extrait de *Une stratégie de l'énergie pour le Canada : politique d'autonomie,* p. 78.

«La demande énergétique de chaque personne . . .» (p. 7) : traduction libre de *Energy and the Conservation Laws,* p. 72.

«Kazam : un jeu sur l'économie d'énergie électrique» (p. 8-16) : traduction libre de *Conserve Energy,* avec l'autorisation de l'Hydro-Ontario.

Tableau 3.4 (p. 18) : imprimé avec l'autorisation de l'Hydro-Ontario.

Tableau 3.5 (p.19) : imprimé avec l'autorisation de l'Hydro-Ontario.

Tableau 3.10 (p. 24) : traduction libre de *Illuminating Engineering Society Lighting Handbook.*

«Révolution dans le monde des ampoules . . .» (p.25) : traduction libre de R. T. Cooper, «New Light Bulb May Last Decade . . .», *Los Angeles Times,* 6 mars 1976, p. 18.

«Fours à micro-ondes» (p. 28) : traduction libre de *Home Economics,* novembre 1975.

Tableau 3.13 (p. 28) : traduction libre de *Home Economics,* novembre 1975.

Tableau 3.17 (p.31) : Adapté du *Code national du bâtiment du Canada,* CNRC, 1975.

«Chauffage à l'électricité : avantages et inconvénients» (p. 32) : traduction libre d'une lettre adressée au rédacteur en chef par R. Joel Rahn, *Globe and Mail,* 5 juillet 1976. Imprimé avec l'autorisation de l'auteur et du *Globe and Mail.*

Figure 3.9 (p. 33) : imprimé avec l'autorisation de l'Hydro-Ontario.

«Achetez un appareil de climatisation . . .» (p. 34) : traduction libre de *Summer Cooling* (Toronto, Hydro-Ontario, 1974).

«Programme estival de climatisation» (p. 36) : traduction libre de *Summer Cooling.*

Tableau 3.18 (p. 37) : d'après Hydro-Ottawa.

Tableau 3.19 (p. 37) : d'après Hydro-Ottawa.

Tableau 3.20 (p. 37) : d'après Hydro-Ottawa.

Figure 3.14 (p. 38) : d'après Hydro-Ottawa.

Figures 3.16 a) et 3.16 b) (p. 39) : imprimé avec l'autorisation de l'Hydro-Ontario (communication personnelle : M. Wallis).

Tableau 3.21 (p. 40) : imprimé avec l'autorisation de l'Hydro-Ontario (communication personnelle : M. Wallis).

«L'Hydro-Ontario regarde vers le futur» (p. 41) : traduction libre de l'*Ottawa Citizen* du 4 juin 1976.

Figure 3.17 (p. 41) : imprimé avec l'autorisation de l'Hydro-Ontario.

Figures 3.18, 3.19, 3.20, 3.21, 3.22 et 3.23 (p. 42, 43 et 44) : imprimé avec l'autorisation de l'Hydro-Ontario.

Tableau 3.22 (p. 44) : traduction libre de John J. McDermott *et al, Environmental Effects of Electrical Power Generation – Nuclear and Fossil* (Philadelphie, Pennsylvanie, Pennsylvania Department of Education, 1973), p. 61.

«L'Hydro prévoit des années difficiles» (p. 45) : traduction libre de l'*Ottawa Citizen* de mai 1976.

Figure 3.24 (p. 45) : traduction libre de l'AAAS Symposium, Philadelphie, 1971.

Tableau 3.23 (p. 46) : d'après Hydro-Ottawa.

«Propriétaires d'immeubles avertis . . .» (p. 46) : traduction libre de l'*Ottawa Citizen* du 19 janvier 1977.

«L'Ontario ne peut pulvériser les ampoules fédérales» (p. 47) : traduction libre de l'*Ottawa Citizen* du 19 janvier 1977.

«Épuisement – Manque de pétrole prévu» (p. 47) : traduction libre de l'*Ottawa Citizen* du 9 septembre 1976.

«Besoin d'une politique énergétique» (p. 47) : traduction libre de l'*Ottawa Citizen* du 27 juillet 1976.

Figure 3.25 (p. 48) : imprimé avec l'autorisation de l'Hydro-Ontario.

Figure 3.26 (p. 50) : traduction libre d'Ontario, ministère de l'Éducation, *Writing SI Metric* (Don Mills, Ontario, Metric Promotions Toronto, 1976), p. 4.

Tableau 3.27 (p. 51) : d'après le Conseil des ministres de l'Éducation, Canada, *Guide d'usage du système métrique* (Toronto, Association canadienne de normalisation, 1975), section 182.

Tableau 3.24 (p. 52) :

1. Estimation de la population canadienne, traduction libre de Douglas Paul, Denny Peirce et Kenneth Stief, *Energy and the Conservation Laws* (Toronto, Holt, Rinehart and Winston, 1974), p. 72.
2. Estimation de la population ontarienne tirée de :

a) Statistique Canada, catalogue nº 91-201, *Estimations de la population du Canada et des provinces* (Ottawa, Statistique Canada, 1976);

b) Statistique Canada, catalogue nº 91-514, *Projections démographiques pour le Canada et les provinces, 1972-2001* (Ottawa, Statistique Canada, 1974).

3. Estimation de la population torontoise tirée de :

a) Statistique Canada, catalogue nº 92-702, *Tableaux chronologiques* (Ottawa, Statistique Canada, 1971);

b) Publication B-75-10, *Discussion paper prepared by the Demographic Research Group of the Office of the Ministry of State for Urban Affairs* (Ottawa, ministère d'État chargé des Affaires urbaines, 1976).

Partie 4 : L'eau, notre ressource la plus gaspillée

Illustration (p. 1) : de Greg McEvoy, élève de *High School of Commerce,* Ottawa, 1977.

«L'eau, notre ressource la plus précieuse» (p. 2) : traduction libre d'Ontario, ministère de l'Environment, *The Water Story* (Toronto, Imprimeur de la Reine, 1968), p. 2.

«Une pénurie d'eau frappe Saint-Jean» (p. 2) : traduction libre du *Globe and Mail,* Toronto, le 3 juillet 1976.

Figure 4.1 (p. 4) : traduction libre d'Ontario, ministère de l'Environnement, *My Water Book* (Toronto, Imprimeur de la Reine, 1968), p. 7.

«Tous les êtres vivants contiennent de l'eau» (p. 5) : traduction libre de *My Water Book,* p. 6.

Figure 4.2 (p. 6) : traduction libre de *My Water Book,* p. 6.

«L'eau que nous buvons . . .» (p. 5) : traduction libre d'Ontario, ministère de l'Environnement, *Drinking Water Objectives* (Toronto, Imprimeur de la Reine, 1976), p. 10-11.

Tableau 4.2 (p. 7) : traduction libre de *The Water Story,* p. 13.

«Éclaboussures» (jeu d'économie d'énergie, p. 8-17) : traduction libre de *Conserve Energy,* avec l'autorisation de l'Hydro-Ontario.

«Raisons pour lesquelles un robinet fuit», figure 4.4 (p. 21) : d'après Canada, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Bureau de la conservation de l'énergie, *100 façons d'économiser chez soi énergie et dollars* (Ottawa, Information Canada, 1975), p. 85-86. Réimprimé avec l'autorisation du ministre des Approvisionnements et Services Canada.

«Quelques tuyaux sur la façon d'utiliser une machine à laver» (p. 24) : extrait de *100 façons d'économiser chez soi énergie et dollars,* p. 104. Adapté et reproduit avec la permission du ministre des Approvisionnements et Services Canada.

«Utilisation excessive d'eau? . . .» (p. 25) : traduction libre de l'*Ottawa Citizen* du 6 juillet 1976, p. 4.

Figure 4-6 (p. 29) : d'après Hydro-Ottawa.

Figure 4.7 (p. 32) : traduction libre de Pollution Control Education Centre, *Protecting Our Water Supplies: Priority One Environment* (Union, New Jersey, Union School Board, [s.d.]).

Tableau 4.8 (p. 33) : traduction libre de R. G. Bond et C. P. Straub, dir., dans *CRC Handbook of Environmental Control* (Cleveland, Chemical Rubber Company, 1973). Réimprimé avec l'autorisation de CRC Press, Inc.

Figure 4.8 (p. 34) : traduction libre de *My Water Book,* p. 5.

«Usage industriel de l'eau» (p. 34) : traduction libre de *My Water Book,* p. 5.

Tableau 4.9 (p. 35) : d'une communication personnelle : R. G. Hamilton, inspecteur, *Water Accounting Department,* ville d'Etobicoke.

«Renseignements supplémentaires sur la consommation moyenne estimative d'eau . . .» (p. 35) : renseignements fournis par *Water Resources Branch, Ontario Statistical Centre.*

Tableau 4.10 (p. 35) :

1. Estimation de la population de l'Ontario tirée de :

a) Statistique Canada, catalogue nº 91-201, *Estimations de la population du Canada et des provinces* (Ottawa, Statistique Canada, 1976);

b) Statistique Canada, catalogue nº 91-514, *Projections démographiques pour le Canada et les provinces, 1972-2001* (Ottawa, Statistique Canada, 1974).

2. Chiffres estimatifs de la population de Toronto tirés de Statistique Canada, catalogue nº 92-702, *Tableaux chronologiques* (Ottawa, Statistique Canada, 1971).

«Le cycle hydrologique» (p. 36) : traduction libre de *The Water Story,* p. 6.

«L'homme puise à même le cycle hydrologique» (p. 36) : traduction libre de *The Water Story,* p. 6.

Figure 4.10 (p. 38) : traduction libre de *The Water Story,* p. 21.

Figure 4.11 (p. 38) : traduction libre de *The Water Story,* p. 20.

Illustration (p. 38) : de Greg McEvoy, élève de *High School of Commerce,* Ottawa, 1977.

«L'eau potable? – Ça vient!» (p. 39) : traduction libre de *The Water Story,* p. 21.

«Comment obtient-on de l'eau potable?» (p. 39-40) : traduction libre de *My Water Book,* p. 14.

«Le chlore : cet agent exterminateur . . .», «La chimie et la désinfection de l'eau» (p. 40) : traduction libre de *The Water Story,* p. 16.

«Loin des yeux, loin du coeur?» (p. 41) : traduction libre de *My Water Book,* p. 15.

Figure 4.12 (p. 42) : traduction libre de *The Water Story,* p. 18.

Figure 4.13 (p. 42) : traduction libre de *The Water Story,* p. 18.

Épuration des eaux d'égout – traitements (p. 43) : traduction libre d'Ontario, ministère de l'Environnement, *Introduction to Popular Treatment Methods* (Toronto, imprimeur de la Reine, 1975).

Figure 4.14, «Méthodes d'évacuation des déchets» (p. 43-44) : traduction libre de W. Rybczynski et A. Ortega, *Stop the Five Gallon Flush* (Montréal, McGill-Queen's University Press, 1976).

Figure 4.15 (p. 45) : traduction libre de *My Water Book,* p. 12.

Partie 5 : La nourriture, combustible du corps humain

«Système du bol» (p. 23) : traduction libre d'A. J. Fritsch et B. I. Castleman, *Lifestyle Index* (Washington, D.C., Center for Science in the Public Interest, 1974), p. 24.

«Système du lait» (p. 24) : traduction libre de Middleton Associates, *An Adaptation of Albert Fritsch's Lifestyle Index for the Canadian Content* (Toronto, Middleton Associates, 1976), p. 8.

«Consommation moyenne de lait en Ontario par personne» (p. 24) : traduction libre d'Ontario, ministère de l'Environnement, *General Report of the Solid Waste Task Force to the Ministry of Environment* (vol. III, Toronto, ministère de l'Environnement, 1974), p. 155.

«Système du sucre» (p. 24) : traduction libre de *An Adaptation of Albert Fritsch's Lifestyle Index,* p. 8.

«Système du sucre» (p. 24) : traduction libre de *Lifestyle Index,* p. 71.

«Système du verre» (p. 24) : traduction libre de *General Report of the Solid Waste Task Force to the Ministry of Environment,* p. 122.

«Système du jus» (p. 24) : traduction libre d'A. J. Fritsch, L. W. Dujack et D. A. Jimerson, *Energy and Food* (Washington, D.C., Center for Science in the Public Interest, 1975), p. 41.

«Système du jus» (p. 24) : traduction libre de *Lifestyle Index,* p. 41.

«Système de la céréale» (p. 24) : traduction libre de *An Adaptation of Albert Fritsch's Lifestyle Index,* p. 8.

«Système de la céréale» (p. 24) : traduction libre de *Energy and Food,* p. 69.

«Céréales» (p. 24) : traduction libre de *Energy and Food,* p. 45.

«Jus de fruit» (p. 24) : traduction libre de *Energy and Food,* p. 41.

«Céréales» (p. 24) : traduction libre de *Energy and Food,* p. 45.

«Jus de fruit» (p. 24) : traduction libre de *Energy and Food,* p. 41.

Figure 5.7 (p. 26) : traduction libre de *Basic Principles of Nutrition.*

Figure 5.8 (p. 28) : graphique conçu par W. Kubicki, ministère de l'Éducation, traduction libre des renseignements fournis par le professeur P. Southwell de l'*University of Guelph.*

The R. W. B. Jackson
Library
OISE

Table des matières

Introduction	2
Buts et objectifs	3
1. Énergie et systèmes	5
2. Système – définition	5
3. Énergie et système global	12
4. Énergie canadienne	14
5. Énergie et systèmes d'habitation canadiens	18
6. Forces motrices et contraintes	19
7. Ralentissement de l'utilisation des systèmes	23
8. Annexe : Énergie et puissance	26
9. Bibliographie	30

★Une étoile placée en marge du texte signale les exercices pour les élèves.

Introduction

Le présent guide regroupe, à l'intention des enseignants, quelques idées permettant d'inculquer aux élèves des cycles intermédiaire et supérieur le sens de l'économie de l'énergie. Les idées suggérées ne tiennent pas compte des écarts entre les matières : une pénurie d'énergie modifie tous les aspects de la vie; c'est pourquoi nous espérons que les enseignants de toutes les disciplines s'efforceront d'en faire percevoir les conséquences aux élèves.

Ces derniers font partie, pour la plupart, d'un groupe d'âge ayant acquis des habitudes de consommation d'énergie à une époque où les combustibles fossiles et l'énergie hydro-électrique n'étaient pas coûteux et semblaient inépuisables. Comme leurs aînés, ils sont devenus esclaves des avantages, du confort et de la vitesse que seule permet l'utilisation effrénée de l'énergie. Nous avons tous besoin d'être incités à économiser l'énergie afin de contrecarrer notre propension actuelle à consommer.

Pendant un milliard d'années, le bilan énergétique de la terre fut légèrement bénéficiaire, avec pour seul passif la dispersion de petites quantités d'énergie. Année après année, les plantes produisaient, grâce aux rayons solaires, des molécules énergétiques en nombre supérieur à leurs propres besoins de croissance et de reproduction. Une grande partie du solde servait de nourriture aux herbivores, eux-mêmes dévorés par des carnivores; tout ce qui mourait était une source d'alimentation pour les charognards et le siège d'éléments de décomposition. Il y avait un excédent de nourriture. Une partie de celle-ci, préservée de la décomposition par, entre autres, la boue ou le fond des océans, fut récemment découverte par l'homme, qui la récupère depuis sous forme de combustible fossile.

Si vous jugez l'emploi du passé au début du paragraphe précédent par trop pessimiste, examinez les quelques chiffres suivants. L'homme primitif utilisait, semble-t-il, 6 GJ environ d'énergie par an. Dans de nombreuses régions du globe, ce même montant d'énergie prévaut encore. Par contre, au Canada, la consommation d'énergie avoisine 400 GJ par personne, quantité dépassée uniquement aux États-Unis. La plupart des autres pays industrialisés, eux aussi, consomment énormément d'énergie. Notre consommation d'énergie est 65 fois plus élevée que celle de l'homme de la préhistoire. Pourquoi s'étonner, alors, si les réserves mondiales de combustibles fossiles, constituées et conservées pendant des millénaires, sont en train de s'épuiser?

Cette universalité et cette gravité du problème démontrent la valeur du présent recueil d'activités et de problèmes pour la plupart des cours du programme. Les enseignants remarqueront la place importante consacrée aux habitations des élèves dans la série d'activités présentées ci-après. Et pour cause! C'est en effet à la maison que commencent les importantes économies d'énergie (les élèves n'ont généralement aucune influence sur les autres domaines de pertes énergétiques), et c'est à la maison que s'acquièrent les valeurs et les habitudes de vie. Or, celles-ci doivent être solidement enracinées, si l'on veut changer profondément l'attitude d'une population vis-à-vis du problème de pénurie énergétique.

Les enseignants choisiront les activités qui servent le mieux les intérêts de leurs élèves et les objectifs du programme; nous leur conseillons simplement de les intégrer dans un ordre logique et efficace.

Bien que le thème de la pénurie d'énergie puisse s'intégrer à toutes les disciplines, les deux domaines qui s'y prêtent particulièrement sont les sciences et l'étude des valeurs. Nous espérons que l'exposé, dans le cours de sciences, des conséquences de la pénurie d'énergie donnera aux élèves les éléments concrets nécessaires à la compréhension des causes de la crise actuelle et des moyens dont nous disposons pour y faire face.

L'étude des valeurs aidera les élèves à réfléchir aux adaptations que leur demandera l'adoption d'un mode de vie compatible avec le respect de l'environnement, mais beaucoup plus difficile que nos façons de vivre actuelles. Il est important que les élèves y apprennent à analyser les conséquences de toute décision jusqu'à leurs aboutissements logiques, particulièrement dans le domaine des modes de vie et de la liberté individuelle. Les élèves doivent éclaircir leur propre système de valeurs, car ils n'auront pas d'enseignant pour les guider après la classe. Ce n'est qu'à ceux qui auront appris à réfléchir et à soupeser les conséquences de leurs actes que nous pourrons confier, sans crainte, notre avenir.

Buts et objectifs

Le but ultime de tout effort dans le domaine des économies d'énergie consiste à créer un nouveau mode de vie moins dépendant des combustibles fossiles. On s'attend à ce que les modifications nécessaires bouleversent tous les aspects de la vie des personnes et exercent une influence durable sur la société.

Pour atteindre un but de cette envergure, les enseignants vont probablement faire appel à des motivations extrinsèques et intrinsèques : les deux sont certainement utiles. Tout le monde comprend facilement qu'en diminuant la consommation de combustible, on réalise des économies. Ainsi, les économies de combustible engendrées par l'isolation d'une maison permettent généralement de recouvrir l'investissement initial en cinq ans. D'autres sources d'économie sont tout aussi intéressantes. Ces motivations externes ne suffisent cependant pas à changer radicalement un mode de vie. C'est pourquoi les enseignants doivent développer chez les élèves le sens des responsabilités et leur faire prendre conscience des besoins des autres. Les motivations intrinsèques sont plus difficiles à créer; il ne fait cependant pas de doute que les solutions profondes à la plupart de nos problèmes énergétiques ne peuvent découler que de l'acceptation de valeurs justes et durables.

Pour satisfaire à cette raison d'être des études sur l'énergie, nous devons parvenir à un certain nombre d'objectifs plus immédiats, répartis dans les cinq catégories suivantes :

1. *Étude des valeurs.* L'enseignant doit aider l'élève à adopter un système de valeurs qui concilie les priorités de la personne et celles de la société. À cette fin, les élèves doivent : se sensibiliser aux problèmes de l'utilisation de l'énergie, par eux ou par la société; constater la complexité des problèmes d'économie d'énergie, comme la plupart des autres problèmes; sentir la nécessité d'économiser nos ressources énergétiques.

On peut explorer les valeurs inhérentes à toute question énergétique à l'aide d'une étude de cas, comme celle de la section suivante. Précisons aux enseignants que ce cas n'est donné qu'à titre d'exemple; il est possible de trouver, dans la plupart des écoles, une situation semblable que les élèves auront vécue ou un incident analogue largement commenté par les organes d'information.

2. *Résolution de problèmes.* Les élèves doivent aborder scientifiquement la résolution des problèmes – observation et rédaction des faits, formulation et vérification d'hypothèses, passage du particulier au général et acceptation limitée aux conclusions étayées par des preuves.

3. *Aptitudes.* Au cours de leur apprentissage en matière d'économie d'énergie, les élèves peuvent se perfectionner dans les domaines suivants : cueillette et organisation des données; mesure et évaluation; consignation des faits au moyen de phrases et de paragraphes clairs et bien structurés, ainsi que d'illustrations et de graphiques; utilisation de techniques artistiques pour traduire les pensées et les sentiments; travail en collaboration orienté vers un objectif commun.

4. *Connaissances.* Les élèves doivent connaître les données de base en matière d'énergie ainsi que les notions et principes connexes.

La plupart des grandes décisions concernant l'autonomie énergétique du Canada et l'exploitation raisonnée de ses ressources se prendront dans les vingt prochaines années. Pour y participer pleinement, les Canadiens doivent être conscients et informés des problèmes énergétiques. À ce propos, les responsables de l'éducation nationale ont un grand rôle à jouer ainsi que de lourdes responsabilités.

> Selon moi, les décisions politiques les plus importantes qui devront être prises au Canada d'ici la fin du siècle – certainement d'ici la prochaine décennie – touchent, d'une façon ou d'une autre, la politique énergétique du pays; ces décisions demandent une bonne connaissance des nombreux aspects techniques du sujet. Or, il n'y a de vraie démocratie que si tous les Canadiens, du moins la plupart d'entre eux, prennent part aux décisions concernant les questions fondamentales; voilà la seule définition qui me semble acceptable. Si nous ne pouvons transmettre l'information voulue à un très large public, les Canadiens ne pourront pas participer aux décisions vitales de leur pays. L'information sur l'énergie étant généralement rédigée en termes spécialisés destinés aux experts, il faut donc, parfois, la reformuler en la simplifiant, de façon que la plupart des non-spécialistes puissent la comprendre; inutile de préciser que c'est dans les écoles que se trouve notre plus large public.

5. *Donner l'exemple.* Le but du présent guide sera en partie atteint si son utilisation pousse les enseignants et les élèves à faire des économies d'énergie, individuellement ou collectivement. Nous espérons que l'énergie investie dans la rédaction et la production de ces pages sera largement compensée par une économie immédiate d'énergie, entre autres dans les salles de classe de l'Ontario.

Pour contribuer à la réalisation de cet objectif, les enseignants devront s'inspirer des activités décrites dans le guide. Celles-ci, regroupées en quatre thèmes – chauffage, électricité, eau et alimentation – procèdent à partir de la notion fondamentale selon laquelle il est indispensable de créer un nouveau mode de vie, sans doute moins facile, mais par contre moins dépendant des combustibles fossiles. C'est pourquoi le présent guide vise à établir de nouveaux comportements et habitudes qui fassent réaliser des économies d'énergie.

Les activités proposent aux enseignants des moyens de rendre intelligible aux élèves le langage technique des publications sur l'énergie. Nous estimons que l'explication des questions énergétiques passe par celle du débit d'énergie consommée par les systèmes. En conséquence, la section introductive aborde la notion de système en des termes accessibles aux élèves. Ces derniers doivent pouvoir analyser les questions énergétiques en raisonnant sur des systèmes complets et percevoir l'influence de certaines valeurs sur le débit d'utilisation du système. Dans un deuxième stade, ils pourront évaluer et analyser les problèmes énergétiques en s'attaquant aux interactions de nombreux systèmes.

Valeurs

L'étude des valeurs peut faire l'objet d'une unité dans presque toutes les matières. En fait, les valeurs s'éclaircissent lorsqu'on les étudie dans le contexte d'une activité humaine particulière – les transports ou l'urbanisme, par exemple. Voilà pourquoi les suggestions qui suivent s'appliquent bien à presque toutes les autres matières enseignées aux élèves.

Les exercices sur les valeurs deviendront d'autant plus profitables que les élèves seront parfaitement au courant des conséquences d'une pénurie de l'énergie. Si les élèves n'ont pas déjà appris en sciences les faits de base sur lesquels asseoir leur raisonnement, les enseignants pourront aborder le sujet de la façon qui suit.

★ Les coupures de presse constituent un excellent moyen d'entamer des recherches sur la pénurie de l'énergie. L'examen d'articles, aussi sommaire soit-il, révèle, sur le même sujet, des points de vue diamétralement opposés. L'exercice est donc, par la même occasion, une bonne façon de vérifier la précision des

informations données et la subjectivité de toute analyse. La classe peut réaliser un recueil de coupures de presse, en consacrant une section de classeur à chaque point de vue et à chaque aspect du problème. On peut choisir, comme rubriques, le pétrole, les déclarations des chefs des différents partis politiques, celles des dirigeants des compagnies de pétrole, etc. Les coupures de presse elles-mêmes suggéreront probablement à la classe d'autres rubriques. Les élèves pourront alors vérifier les données et le contexte relatifs aux différents articles par des recherches en bibliothèque, par l'examen d'anciens articles d'Hansard et par des interviews de responsables ou d'experts locaux en matière d'énergie. Il arrive qu'il soit possible de consulter les archives de certains journaux; dans d'autres cas, seul le personnel du journal peut consulter les dossiers.

Les élèves doivent, par ailleurs, arriver à distinguer l'utilisation nécessaire de l'énergie de son utilisation superflue. L'importance de la question doit normalement amener la classe à traiter du rôle coercitif de l'État. Vraisemblablement, certains élèves déclareront que l'avenir d'un pays justifie l'instauration de lois obligeant tout le monde à diminuer la consommation d'énergie; d'autres protesteront contre une intervention abusive du gouvernement. La classe devra alors conclure que si la protection de tous demande une certaine réglementation – autrement, notre temps serait consacré à protéger nos vies et nos biens, au détriment des autres activités – par contre, ces mesures peuvent être étouffantes au point de ne plus se justifier, malgré le mode de vie que l'on cherche à protéger. Il faudra alors préciser que la plupart des gens passent une partie importante de leur vie à trouver le juste milieu entre ces deux extrêmes.

Les élèves doivent s'engager personnellement dans leurs travaux : l'unité d'étude des valeurs doit donc amener chaque élève à se priver d'un objet ou d'une activité à forte consommation d'énergie. Les élèves pourront déterminer eux-mêmes ce dont ils entendent se priver et rédiger un rapport relatant les conséquences de leur choix sur leur mode de vie, sur les autres et sur eux-mêmes.

Bien entendu, l'objet de la privation doit être d'un usage courant; un élève qui reste habituellement chez lui ne change définitivement pas son mode de vie en renonçant aux voyages en avion dans les mers du Sud. Pour cet élève, renoncer à regarder pendant quelques heures chaque jour la télévision aura des répercussions autrement plus importantes. On peut également intégrer le sujet de l'énergie à l'étude des valeurs en présentant un cas semblable à celui d'Ivan et d'Attila.

Étude de cas

Le directeur de la section des sciences, M^lle^ Belle Lesage, s'inquiétait très sérieusement de la perte de chaleur causée par une porte donnant accès sur un coin réservé aux fumeurs dans la cour. M^lle^ Lesage avait précédemment organisé une campagne très réussie d'économie d'énergie. Les suggestions des élèves avaient, entre autres, permis d'obtenir les résultats suivants :

1. Une diminution de la température ambiante : la facture du mois précédent avait diminué de 8,9% par rapport à l'année précédente (la différence, plus de $300, avait été versée à la caisse du conseil des élèves).

2. Suppression d'environ la moitié des néons de l'école, économie qui n'avait pas encore été évaluée.

M^lle^ Lesage estimait que la perte de chaleur entraînée par l'ouverture fréquente de «la porte des fumeurs» contrebalançait, pour le moins, les économies réalisées en baissant le thermostat. Elle n'avait aucun chiffre pour étayer sa thèse, ce que d'ailleurs elle ne niait pas.

Un groupe d'élèves tenait énormément à conserver son coin des fumeurs, fruit de longues négociations entre leur conseil et le conseil scolaire. Lorsque le directeur, Victor LeFort, décida que la porte serait dorénavant close, ces élèves eurent l'impression de subir une atteinte à leur liberté individuelle.

Ivan Desfossés et Attila Légaré comptaient au nombre des élèves «frustrés» contestant la fermeture de la porte qui portait atteinte à leur liberté. En théorie du moins, puisque certains prétendaient que de toute façon ces deux-là ne prêtaient jamais attention aux annonces. Quelques minutes à peine après l'annonce fatidique par haut-parleurs, Ivan et Attila franchirent la porte controversée pour aller fumer une cigarette.

M^lle^ Lesage les prévint aussitôt des conséquences possibles de leur comportement; l'après-midi, lorsqu'ils recommencèrent, elle les amena au bureau du directeur, qui les renvoya provisoirement de l'école. Les deux jeunes gens expliquèrent à leurs amis que leur renvoi était la conséquence de la récente interdiction de fumer.

L'opposition des élèves se manifesta par une démonstration et un défilé, pancartes en tête, autour de l'école. La manifestation fit l'objet de reportages dans les journaux locaux. Le directeur et les enseignants se refusèrent à toute déclaration.

Dans une étude de cas de ce type, il vaut mieux d'abord définir les problèmes. Dans l'exemple précédent, il y en a un certain nombre, comme dans toute controverse digne d'intérêt.

★ Une fois les problèmes définis, les élèves tracent une droite des valeurs pour chaque personnage. Dans le cas de M^lle^ Lesage, par exemple, si l'élève trace une croix à l'une des extrémités de la droite, cela signifie qu'il approuve entièrement son attitude; une croix à l'autre extrémité signifierait un complet désaccord. Les élèves placent tous une croix sur la ligne à l'endroit correspondant à leur degré d'approbation ou de désapprobation. Ceux qui estiment qu'elle a à moitié raison ou tort placent leur croix au milieu de la ligne; les autres à diverses distances des extrémités droite et gauche, selon leur point de vue. En traçant une droite des valeurs pour chaque personnage, on pourra observer une grande variation dans les points de vue. Les élèves peuvent expliquer leur choix verbalement ou par écrit. Ils doivent pouvoir s'exprimer librement, l'enseignant agissant comme animateur, ramenant toujours la discussion sur le sujet et dans les limites de la logique, posant à l'occasion des questions.

★ On peut aborder le cas autrement. Les élèves jouent le rôle des protagonistes et du conseil scolaire érigé en tribunal pour trancher la question. Dans ce type de jeu de rôles, les rôles à texte sont nombreux; en fait, la presque totalité de la classe peut y participer. Ceux qui n'ont pas de rôle précis sont nommés membres du conseil, ce qui leur confère le droit de poser des questions aux participants lorsque ceux-ci défendent leur cause.

Il est à souhaiter qu'à l'issue de cet exercice, les élèves parviennent aux conclusions suivantes :

1. Si les opinions divergent sur le même problème, c'est souvent qu'elles résultent d'hypothèses et de points de départ différents. Les élèves s'inquiètent de leur liberté individuelle et l'administration, du bon fonctionnement général de l'école.

2. Certains arguments sont valables, mais d'autres ne le sont pas. Un argument sans fondement n'invalide pas le point de vue qu'il soutient, mais par contre remet en cause son acceptation par les autres.

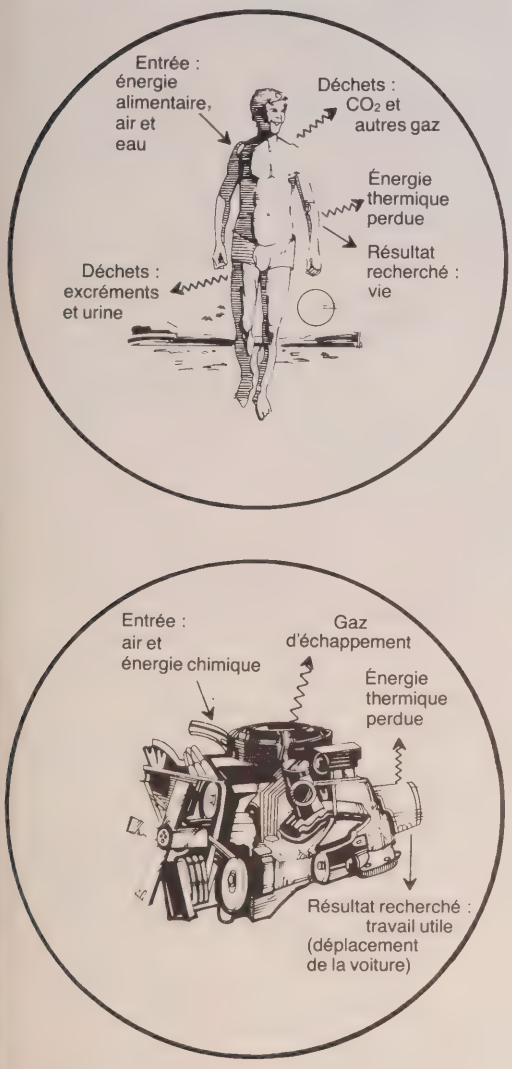
Un bon critère d'évaluation de l'utilité des activités du guide ou d'autres sources tient à leur contribution à la clarification des valeurs des élèves en matière d'énergie. Les techniques d'enseignement des valeurs, si elles sont bien choisies et mises en pratique, contribueront à augmenter la portée de ces activités.

1. Énergie et systèmes

Le corps peut se comparer à une machine, au moteur d'une automobile par exemple. Le moteur admet (entrée) un produit énergétique (essence), transforme l'énergie en énergie thermique dégradée et en d'autres déchets et fait avancer le véhicule d'un endroit à un autre (résultat recherché) (cf. figure 1.1).

Figure 1.1

Comparaison de deux systèmes d'énergie



Les cellules de notre corps fournissent l'énergie qui nous permet de vivre. Dans les cellules, des molécules alimentaires énergétiques se rompent (catabolisme), dégageant l'énergie qui assure la croissance, la réparation et l'entretien des cellules (anabolisme) et autres activités caractéristiques de la vie. La plus grande partie de l'énergie est finalement libérée par la peau ou éliminée par les déchets du corps. Le corps est un système consommateur d'énergie : il absorbe des produits très énergétiques et les transforme en énergie qu'il peut utiliser, la libérant finalement sous forme de chaleur perdue. Sans cette conversion continue d'énergie, la vie (le résultat recherché) ne pourrait se poursuivre.

2. Système – définition

Il est indispensable que nous examinions l'ensemble de la question de façon systématique, c'est-à-dire en fonction de systèmes.

Le terme *système* est fréquemment utilisé dans les textes sur les économies d'énergie. Il est important que les élèves comprennent bien cette notion. Nous utilisons le terme dans le présent document selon l'acception suivante : *un système est un groupe d'éléments interdépendants doté d'une limite arbitraire établie à titre de référence*. Un système a un but : transformer des éléments d'entrée en vue d'un certain résultat. C'est l'énergie qui fait fonctionner le système : le processus de transformation engendre toujours au moins un sous-produit, généralement considéré comme déchet. L'exemple suivant illustre la façon dont nous utilisons le terme.

Nous pouvons considérer le corps humain comme un groupe de systèmes, le système digestif, le système de reproduction et le système osseux, par exemple. Chaque système est fait d'éléments interdépendants bornés par une limite arbitraire, car, dans la réalité, les différents systèmes du corps sont, bien entendu, interreliés et interdépendants. C'est donc une façon commode et toute théorique de considérer le processus de digestion des aliments comme un système fini. On dispose ainsi d'un outil de référence et d'un élément de la structure humaine qui se prête bien à l'étude et à l'analyse. On ne doit cependant pas perdre de vue que le système digestif est un sous-système soumis à l'influence de facteurs extérieurs. Nous savons, par exemple, qu'il ne peut survivre seul.

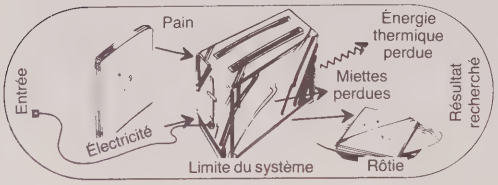
Il y a certains avantages à grouper les composantes d'une structure complexe dans un système. Les composantes principales sont déterminées par leur fonction commune et leur interdépendance dans l'accomplissement de ladite fonction. Ainsi, la bouche, l'oesophage, l'estomac et l'intestin comptent au nombre des composantes du système digestif. Nous savons que de nombreuses relations existent entre elles. Pour bien comprendre leur interaction, nous devons toutes les déterminer : dents, langue, orifices, duodénum, etc. Un système fournit le cadre permettant d'effectuer un décompte précis des composantes principales et secondaires. Il facilite l'analyse du fonctionnement individuel et collectif des diverses composantes durant la transformation de la nourriture ingérée (élément d'entrée) en une forme (résultat ou élément de sortie) facilement absorbable par le sang. Le résultat ou élément de sortie d'un système est souvent l'élément d'entrée d'un autre – dans notre exemple, les éléments digérés sont absorbés par le système circulatoire.

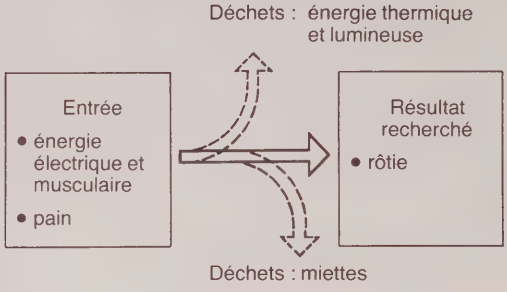
La limite d'un système n'est ni absolue ni permanente. On peut l'étendre ou la diminuer, selon ses connaissances et sa faculté de synthèse. Pour la plupart des gens, il est plus pratique de considérer le corps comme un ensemble de systèmes. Cependant, un professeur d'anatomie peut étendre la limite de chaque système et conceptualiser l'ensemble du corps humain comme un seul et même système.

Les apprentis mécanos trouvent plus facile de commencer par étudier les systèmes spécialisés de la voiture : le système du groupe motopropulseur, le système de freinage, le système de refroidissement et le système électrique. Ils apprennent à réparer les automobiles en se familiarisant d'abord avec la limite et les éléments de chaque système et avec les interconnexions des éléments internes. Par contre, lorsqu'ils ont fini leur apprentissage, ils sont prêts à étendre les limites des systèmes (comme le professeur d'anatomie) et à comprendre le fonctionnement de l'automobile comme un tout, comme un système unique.

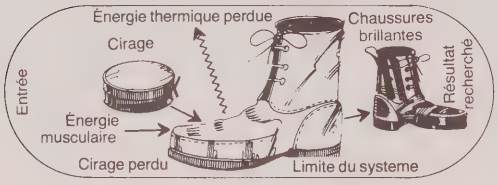
Figure 1.2

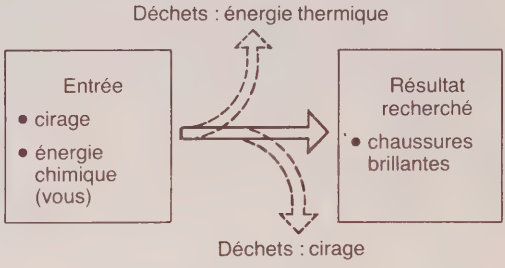
1. *Le système de rôtissage du pain*
   Éléments : pain, énergie électrique, énergie chimique (vous), grille-pain



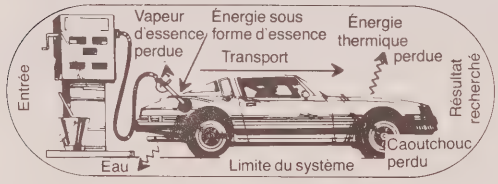


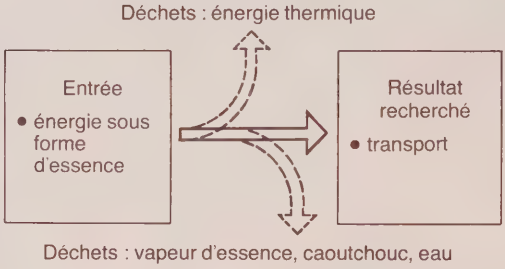
2. *Le système de cirage des chaussures*
   Éléments : cirage, chiffon, énergie chimique (vous), chaussures



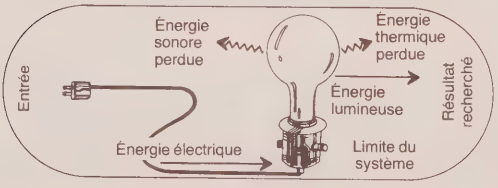


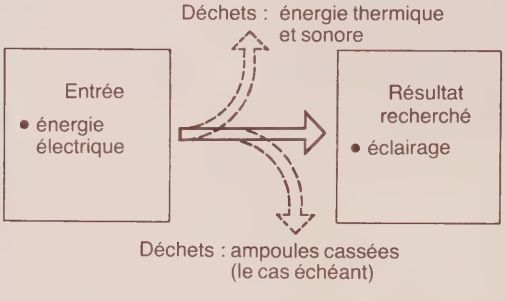
3. *Le système de transport automobile*
   Éléments : énergie chimique (essence), automobile



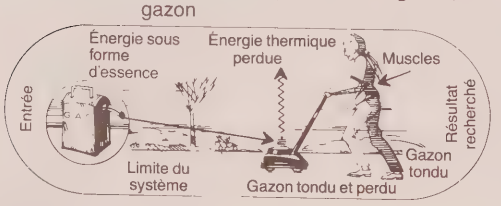


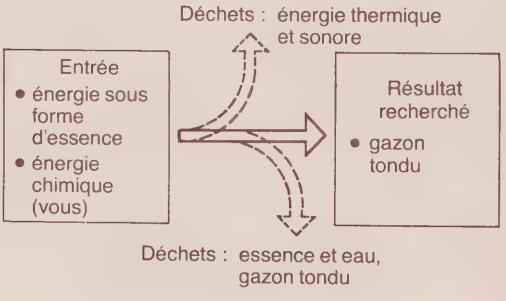
4. *Le système d'éclairage à l'ampoule électrique*
   Éléments : énergie électrique, ampoule





5. *Le système de la tonte du gazon*
   Éléments : énergie chimique (essence), énergie chimique (vous), tondeuse à gazon, gazon





Nous avons défini un système comme un ensemble d'éléments interdépendants doté de frontières arbitraires établies à titre de référence. Dans les pages qui suivent, nous allons nous intéresser avant tout aux conversions d'énergie qui se produisent dans un système, c'est-à-dire aux éléments moteurs du système et aux dépenses d'énergie correspondantes. Examinez les exemples de conversion d'énergie de la figure 1.2. Les limites et éléments constitutifs de chaque système ont été identifiés.

★Utilisez les illustrations de la figure 1.2 ou d'autres systèmes conçus avec vos élèves pour leur faire comprendre le terme *système*. Pour chaque exemple, vous pouvez évaluer le résultat recherché en fonction des efforts qu'il nous faut faire pour utiliser moins d'énergie. Pouvons-nous nous permettre de griller une tranche de pain dans un grille-pain prévu pour deux tranches? Pouvons-nous tout simplement nous permettre de faire griller du pain? Dans quels cas peut-on se déplacer en voiture? Pour une promenade en famille? Pour l'achat d'un paquet de cigarettes, si l'on est seul, que l'on pèse 45 kg et que le débit de tabac se trouve à deux pâtés de maisons? Comment pourrions-nous diminuer la consommation d'énergie de chaque système? Quels sont les systèmes qui produisent des sous-produits (déchets) réutilisables.

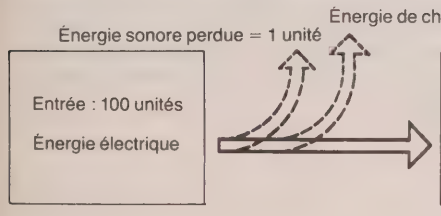
★Dans chaque exemple de la figure 1.3, le résultat recherché est en fin de compte transformé en énergie thermique perdue. Les énergies lumineuse et sonore sont absorbées par l'environnement et, de cette façon, transformées en énergie thermique perdue. L'énergie calorifique s'échappe des structures de la maison et se dissipe dans l'environnement sous forme d'énergie thermique perdue. L'énergie thermique des gaz de combustion de l'avion à réaction et les énergies lumineuse et sonore qui l'accompagnent se dissipent, sous forme d'énergie thermique dégradée, dans l'atmosphère. Donc, dans chaque cas, nos ressources énergétiques sont transformées en énergie perdue. La valeur que nous attribuons aux résultats recherchés nous aide à déterminer si la conversion d'énergie est justifiée, raisonnable ou autre.

À partir des exemples des figures 1.2 et 1.3, plusieurs notions peuvent être dégagées à un niveau élémentaire : a) la notion de rendement du système et b) les première et deuxième lois de la thermodynamique.

Figure 1.3

Rendement de l'énergie utilisée

Système d'éclairage à l'ampoule électrique



Résumé

Entrée : 100 unités d'énergie électrique

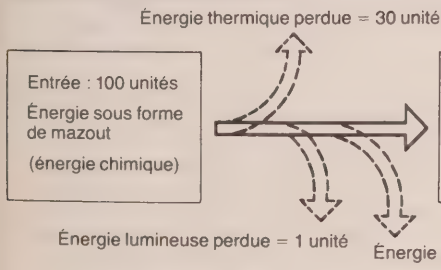
Sortie :

Résultat recherché :	2 unités
Pertes :	98 unités
Total :	100 unités

Rendement du système

$\frac{2}{100} \times 100\% = 2\%$

Système de la chaudière à mazout



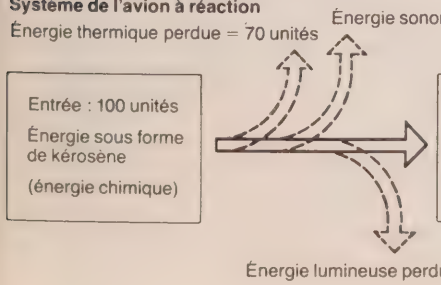
Entrée : 100 unités d'énergie chimique

Sortie :

Résultat recherché :	66 unités
Pertes :	34 unités
Total :	100 unités

$\frac{66}{100} \times 100\% = 66\%$

Système de l'avion à réaction



Entrée : 100 unités d'énergie chimique

Sortie :

Résultat recherché :	25 unités
Pertes :	75 unités
Total :	100 unités

$\frac{25}{100} \times 100\% = 25\%$

Rendement du système

Comme nous avons pu le voir dans les illustrations précédentes, une conversion entraîne toujours un gaspillage d'énergie. Le gaspillage de l'énergie se produit dans deux cas : lorsque l'énergie est libérée dans l'atmosphère – exemple : un bon feu de bois dans une salle de séjour dégage une grande partie de sa chaleur directement par la cheminée; deuxièmement, lorsque l'énergie se transforme en une forme inutile ou indésirable. Citons le cas extrême – ampoule lumineuse ordinaire – qui ne transforme que 2% de l'énergie électrique en lumière, les 98% restants sont gaspillés en chaleur.

★ Étudiez chaque élément du tableau 1.1 en tant que système. Quel est, dans chaque cas, le résultat recherché? Donnez deux exemples de la façon dont on peut utiliser le résultat recherché. Par exemple, la chaleur produite par la chaudière à mazout d'une maison; elle sert à chauffer votre salle de séjour, mais elle peut également servir à chauffer une chambre inoccupée. La transformation de l'énergie est-elle, dans chaque cas, justifiée et raisonnable? Quel est le pourcentage d'unités d'énergie d'entrée converties en résultat recherché? Quelles sont les formes prévisibles d'énergie perdue de chaque système? Que devient, en fin de compte, toute l'énergie introduite dans le système? Quels sont les éléments du tableau qui utilisent des sources d'énergie renouvelables telles que le soleil et le vent?

★ Faites une analyse critique des énoncés suivants :

1. Les radiateurs électriques transforment l'énergie de la façon la plus rentable qui soit; c'est pourquoi nous devrions tous remplacer nos chaudières par le chauffage électrique. En outre, les radiateurs électriques sont plus propres : la pollution diminuerait si tout le monde utilisait le chauffage électrique.

2. Les cellules solaires au silicium n'ont un rendement que de 12%. Les pertes sont trop importantes, nous ne devrions pas les utiliser.

Tableau 1.1

Tableau des rendements

Rendements maximaux pour les appareils en bon état			
Radiateur électrique	99%	Moteur d'avion (à réaction)	25%
Génératrice hydro-électrique	95%	Lampe fluorescente	20%
Gros moteur électrique	92%	Cellule solaire au silicium	12%
Pile sèche	90%	Locomotive à vapeur	9%
Chaudière à gaz d'une maison	85%	Lampe incandescente	2%
Batterie de voiture	73%*	Génératrice électrique :	
Chaudière à mazout d'une maison	66%	chaudière à gaz ou à mazout	88%
Génératrice éolienne	60%	turbine à vapeur	45%
Moteur diesel	36%	rendement général	40%
Moteur de voiture	26%		

*cycle complet charge et décharge

★ Calculez le rendement des systèmes suivants, qui contiennent au moins deux des éléments énumérés dans le tableau précédent :

Exemple :
Une centrale fonctionnant avec des turbines à vapeur alimentées au mazout produit de l'électricité utilisée par un gros moteur.

Solution :
Rendement du système :
$\frac{40}{100} \times \frac{92}{100} = 36{,}8 = 37\%$

1. Une génératrice d'Hydro-Ontario, à Niagara Falls, sert à produire de l'électricité utilisée par un gros moteur électrique.

2. Une batterie de voiture se charge durant le jour à l'aide de cellules solaires photovoltaïques au silicium. La nuit, la batterie sert à alimenter une lampe à incandescence.

3. Un moteur diesel entraîne une génératrice de conception semblable à une génératrice hydro-électrique. L'électricité produite alimente des lampes fluorescentes.

Les lois de la thermodynamique

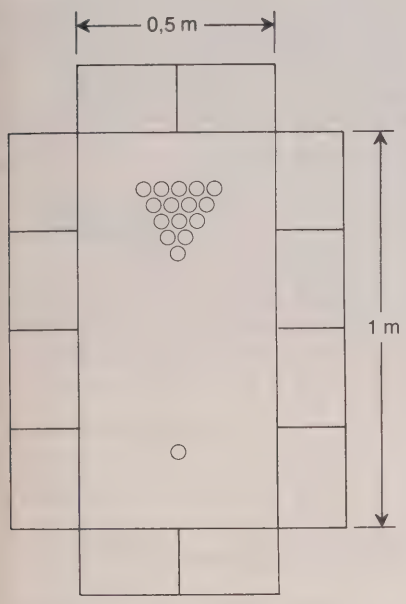
Deux lois fondamentales émergent clairement des exemples. La première loi de la thermodynamique, appelée «loi de la conservation de l'énergie», signifie que l'énergie ne se crée ni ne se perd. Les élèves doivent bien comprendre que la loi traite exclusivement de l'énergie *totale*. Dans les systèmes ci-dessus, l'énergie prend différentes formes, mais dans chaque cas, le total de l'énergie transformée – énergie perdue + énergie utile (résultat recherché) – reste constant. Dans chaque cas, 100 unités d'énergie entrent dans le système et le total, après transformation de l'énergie, de toutes les formes converties équivaut à 100 unités.

La deuxième loi est plus difficile à comprendre, mais tout aussi importante que la première. Elle précise la direction dans laquelle évoluent les processus physiques. Par exemple, supposons que votre four soit chaud. L'air dans le four est donc beaucoup plus chaud que l'air ambiant de la cuisine. Il y a une forte concentration d'énergie thermique dans le four. Si vous arrêtez le four et ouvrez la porte, l'énergie thermique du four (air chaud) sort dans l'air, plus froid, de la cuisine. L'énergie thermique du four se disperse, *attirée* par l'air plus froid de la cuisine.

La deuxième loi énonce que, dans tout processus spontané, la chaleur qui s'échange entre deux objets (four et cuisine dans notre exemple) s'effectue de la source la plus chaude à la source la plus froide (vous ne vous réchaufferez jamais le derrière en vous asseyant sur une pierre froide); les concentrations tendent à se diluer; les structures, à disparaître; l'ordre, à s'effacer au profit du désordre. Par exemple, si vous ajoutez une goutte d'encre dans un verre d'eau, l'encre se disperse dans l'eau. Il y a une très faible probabilité que l'opposé se produise, c'est-à-dire que l'encre diluée redevienne une goutte d'encre au beau milieu du verre. En outre, un travail considérable et de grandes dépenses d'énergie seraient nécessaires pour réunir toutes les particules d'encre en une goutte. On peut prendre comme autre exemple la dissolution d'un morceau de sucre dans un verre d'eau.

★ On peut illustrer cet aspect de la seconde loi de la thermodynamique par l'activité suivante : nous l'appellerons «la partie de billard avec des billes». L'exercice s'effectue avec seize billes par groupe de quatre ou cinq élèves. Demandez à chaque groupe de construire une table de billard, de 0,5 m sur 1 m, à l'aide de livres.

Figure 1.4



★Disposez les billes comme sur la figure 1.4. Les rencontres se déroulent de la façon qui suit : un membre, choisi par le groupe, lance la bille isolée sur le groupe des quinze autres en utilisant un crayon comme queue de billard. Si le groupe n'est pas satisfait de la façon dont les billes se sont dispersées au premier tir, son représentant peut effectuer un deuxième essai. Une fois les billes dispersées, expliquez les règles du jeu. Le concours doit durer exactement cinq minutes (ou plus, si vous préférez une autre durée). L'objectif consiste à regrouper les billes, aussi près les unes des autres que possible, selon leur disposition initiale. Chaque membre du groupe effectue un tir avec le crayon. Chaque groupe peut effectuer autant de tirs qu'il le souhaite dans le temps imparti. Les joueurs peuvent frapper toutes les billes à condition d'utiliser le crayon comme queue de billard. Faites le compte des tirs effectués. Le groupe gagnant est celui qui retrouve, dans le temps imparti, une disposition des billes aussi proche que possible du modèle initial.

Discussion. Au départ, les billes étaient rangées (ordre) et groupées. Le premier tir les disperse. Pour leur faire reprendre leur disposition initiale, il faut effectuer un grand nombre de tirs (peut-être même n'y arrive-t-on pas). Le grand nombre de tirs indique qu'il faut beaucoup plus d'énergie pour les regrouper (ordre) qu'il n'en faut pour les disperser (désordre). La concentration initiale de billes peut se comparer à celle d'énergie thermique dans le four, ou d'encre dans la goutte, ou d'énergie dans un litre d'essence. Le retour à l'ordre initial demande beaucoup plus d'énergie que l'opération inverse : la dispersion.

Un autre aspect de la seconde loi de la thermodynamique, qui s'applique directement à nos propos, concerne le parallèle, facilement réalisable, entre la notion de désordre et celle de dégradation de l'énergie. L'ordre correspond au potentiel d'énergie permettant d'effectuer un travail; si la première loi établit que le montant total d'énergie reste constant dans l'univers, par contre, la seconde loi précise que la fraction d'énergie utilisable est continuellement en train de diminuer. Pour cette raison, on dit souvent que la seconde loi exprime la «perte de vitesse» (la décharge) de l'univers. Pour bien comprendre cette idée, disons que la facilité d'utilisation de l'énergie est proportionnelle à sa concentration – par exemple, liaisons chimiques très structurées (essence, sucre); hautes températures (vapeur, lumière émise par le soleil). La seconde loi énonce la tendance générale de tout processus à s'écarter des fortes concentrations, des hautes températures; elle énonce que les sources d'énergie deviennent de moins en moins utilisables. Un bon exemple de la manifestation de cette dégradation de l'énergie est la production de chaleur à de basses températures, donc de peu d'utilité – par exemple, la chaleur des gaz d'échappement d'une voiture, la chaleur de friction d'un pneu sur la route, la chaleur dégagée par le corps, la chaleur de décomposition d'une carcasse animale.

Pour éclaircir cette citation, examinons les conversions d'énergie que nécessite la fabrication de tablettes de chocolat.

Quelques conversions d'énergie inhérentes à un système de fabrication de tablettes de chocolat

Le cacaotier pousse sous des latitudes bénéficiant d'énormément d'énergie solaire à proximité de l'équateur. L'énergie solaire facilite la photosynthèse et la production des fèves de cacao. La lumière solaire est en grande partie convertie en énergie thermique perdue et se disperse dans l'atmosphère. Les indigènes recueillent les cabosses, les ouvrent, en extraient les fèves qu'ils chargent sur des camions. L'énergie thermique perdue des corps des travailleurs se disperse dans l'atmosphère. Les fèves sont transportées par camion jusqu'à un bateau. L'essence, transformée dans le processus en énergie thermique perdue, se disperse dans l'atmosphère. Le bateau transporte les fèves jusqu'à Montréal. Le gas-oil est converti en énergie thermique perdue qui se disperse dans l'atmosphère. L'énergie requise pour effectuer toutes les autres opérations est également convertie en énergie thermique perdue et se disperse dans l'atmosphère. Les fèves, transbordées dans des trains, sont acheminées jusqu'à l'usine. Elles sont déchargées et transportées dans l'usine où on les trie pour faire différents mélanges. Les fèves, placées dans des tambours rotatifs, sont grillées à des températures dépassant 204°C. Les fragments sont réduits en morceaux dont suinte le beurre de cacao, liquide. Cette liqueur de chocolat est ajoutée à une pâte de sucre et de lait dont on supprime presque toute l'humidité. On ajoute d'autre beurre de cacao et le broyage commence. Des rouleaux malaxent un grand nombre de fois le chocolat sur des bases de granit ondulées, puis le chocolat est moulé en tablettes. Les tablettes sont entourées d'un emballage et empaquetées, enfin transportées par camion jusqu'aux magasins.

★On peut poser aux élèves les questions suivantes :

1. Quelles sont les diverses formes d'énergie convertie en ce qui concerne ce système de fabrication?

2. Quelles sont celles qui permettent d'effectuer un grand travail, c'est-à-dire celles dont l'énergie potentielle est très concentrée?

3. Expliquez en quoi la première loi de la thermodynamique est respectée dans le cas des conversions d'énergie.

4. En vous référant au processus de fabrication, expliquez de quelle façon les réserves totales d'énergie utilisables dans le monde ont diminué.

5. Prenez l'exemple de la tablette de chocolat que vous avez mangée il y a au moins une semaine; expliquez de quelle façon vous avez contribué à la dégradation de l'énergie.

La discussion sur le processus de fabrication permet de très bien expliquer une notion de base : toutes les formes d'énergie sont graduellement converties en énergie thermique et se dispersent dans l'environnement sous une forme irrécupérable pour l'homme. Les élèves devraient parvenir à la conclusion que tous les systèmes de fabrication dégradent l'énergie et la font passer d'une forme très structurée et concentrée à une forme désordonnée d'énergie thermique, qui généralement se dissipe aussitôt dans l'atmosphère et nous échappe pour toujours.

Énergie thermique et climat

Pensez à toutes les pertes sous forme d'énergie thermique provoquées par l'exploitation du procédé de fabrication ci-dessus. Si vous les multipliez par tous les processus de fabrication utilisés dans le monde entier, vous aurez une idée de la gravité de la situation décrite ci-dessous.

L'un des effets les moins bien compris, mais en fait parmi les plus dangereux, de l'énergie sur l'environnement relève de la climatologie. Les climats dépendent de l'équilibre thermique du système terre-atmosphère, qu'assurent en grande partie les radiations solaires. L'homme peut mettre en danger cet équilibre thermique en émettant du gaz carbonique et des produits polluants, qui modifient l'absorption et la réflexion des radiations par l'atmosphère; en transformant la nature – et donc la réflectivité – de la surface terrestre; en dissipant, sous forme de chaleur dans le système, de l'énergie jusque-là concentrée sous forme de combustibles fossiles ou nucléaires. Il est important de se rappeler que les changements régionaux ou globaux de température entraînent la modification de tous les paramètres climatiques, y compris des systèmes de pression atmosphérique et des pluies : ces types de changements, quelle que soit leur importance, peuvent entraîner une énorme perturbation de l'activité humaine. En outre, ils peuvent s'amplifier et être irréversibles.

Systèmes d'énergie vérifiés

La figure 1.5 indique les cinq principaux systèmes qui fournissent de l'énergie aux consommateurs canadiens. À l'aide de la figure, vous pouvez analyser des systèmes d'énergie tels que le système essence-automobile, le système hydro-électricité-grille-pain ou le système combustible fossile-radiateur électrique et retracer le cheminement complet de l'énergie dans l'ensemble du système. On peut ainsi étendre les limites des exemples de la figure 1.2 et y inclure le système entier.

Figure 1.5

Systèmes d'énergie vérifiés

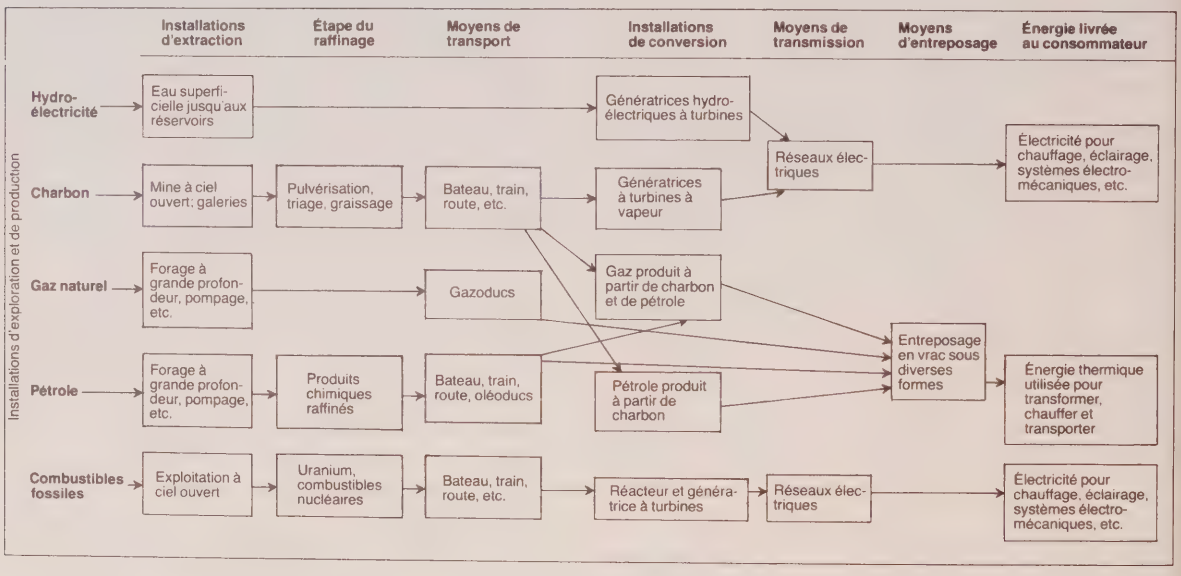


Tableau 1.2

Rendement énergie-système

	Rendement de chaque étape (en pourcentage)	Rendement cumulatif (en pourcentage)
Production de pétrole brut	96	96
Raffinage du pétrole	87	83-5
Transport du pétrole	97	81
Rendement thermique du moteur	29	23-5
Rendement mécanique du moteur	71	16-7
Rendement de roulement	30	5

Rendement énergie-système

Le rendement énergie-système mesure la quantité de travail utile dont peut réellement disposer un système énergétique *complet*. Le résultat recherché par un système énergétique pétrole-automobile consiste à faire rouler une voiture sur une certaine distance. Le tableau 1.2 donne le rendement de chaque étape. Au moins 95% de l'énergie contenue dans la quantité initiale de pétrole brut n'est pas utilisée au déplacement de la voiture, mais à l'extraction et au raffinage du pétrole brut; au transport de l'essence jusqu'à la station-service; au chauffage de l'eau dans le radiateur et des gaz dans le tuyau d'échappement; au fonctionnement des accessoires de l'automobile; à l'élimination des forces de frottement des engrenages et des roues.

Le solde correspondant au système de radiations solaires est indiqué, à la figure 1.7, par les quantités estimatives des éléments d'entrée et de sortie.

3. Énergie et système global

L'énergie que reçoit la surface de notre globe provient de trois sources principales :

1. l'énergie du soleil, transmise par ses radiations;
2. l'énergie des marées et des courants de marée provenant de l'interaction gravitationnelle de la terre, du soleil et de la lune;
3. l'énergie interne du globe, qui se manifeste par les sources thermales chaudes et les volcans.

La figure 1.6 présente les pourcentages estimatifs de contribution de chaque source à l'énergie totale reçue par la terre. L'énergie solaire est de loin la principale source d'énergie. Elle pénètre l'atmosphère terrestre sous forme de rayons (ondes courtes), est répartie à la surface de la terre par la circulation de l'atmosphère et des océans, retourne finalement dans l'espace sous forme d'énergie thermique (ondes longues). L'énergie qui repart dans l'espace est égale à l'énergie fournie : l'équilibre énergétique est respecté.

Le gaspillage naît de la hâte : pollution et entropie

Ce qui entre
doit sortir
ou s'accumuler.

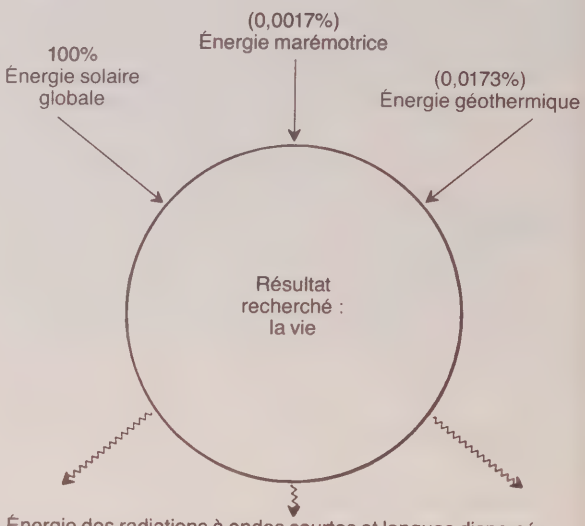
Il n'y a pas de CONSOMMATEURS
de masse ou d'énergie, mais
uniquement des TRANSFORMATEURS.

Nous devons nous demander plus souvent
ce que nous faisons des
masse et énergie converties.

Débarrassez-vous-en, avait-on coutume de dire.
Mais où?
LA TERRE EST FINIE.
Le dépotoir de l'un
est l'habitation d'un autre.
Les égouts, les cheminées, les tuyaux d'échappement,
autant de sources de confort privé
et de malpropreté publique.

★ Par une discussion de la classe, établissez les relations entre les figures 1.6 et 1.7 et ce poème.

Figure 1.6



Énergie des radiations à ondes courtes et longues dispersée dans l'espace

★ Examinez les figures 1.5 et 1.7.

- Quel est le processus d'absorption de l'énergie solaire qui a le plus contribué à la constitution de nos principales ressources énergétiques vérifiées (combustibles fossiles)?

- Quel est le pourcentage approximatif de radiation solaire absorbée dans le processus? Quelle est la fraction correspondante d'énergie solaire totale absorbée par la terre?

– Pourquoi y a-t-il des limites à ces sources d'énergie vérifiées?

- Citez une autre source d'énergie vérifiée. Quelles sont les limites de cette source?

– Citez quelques autres sources d'énergie qui pourraient se substituer aux sources vérifiées. À quelles lignes d'absorption solaire de la figure 1.7 correspondraient-elles?

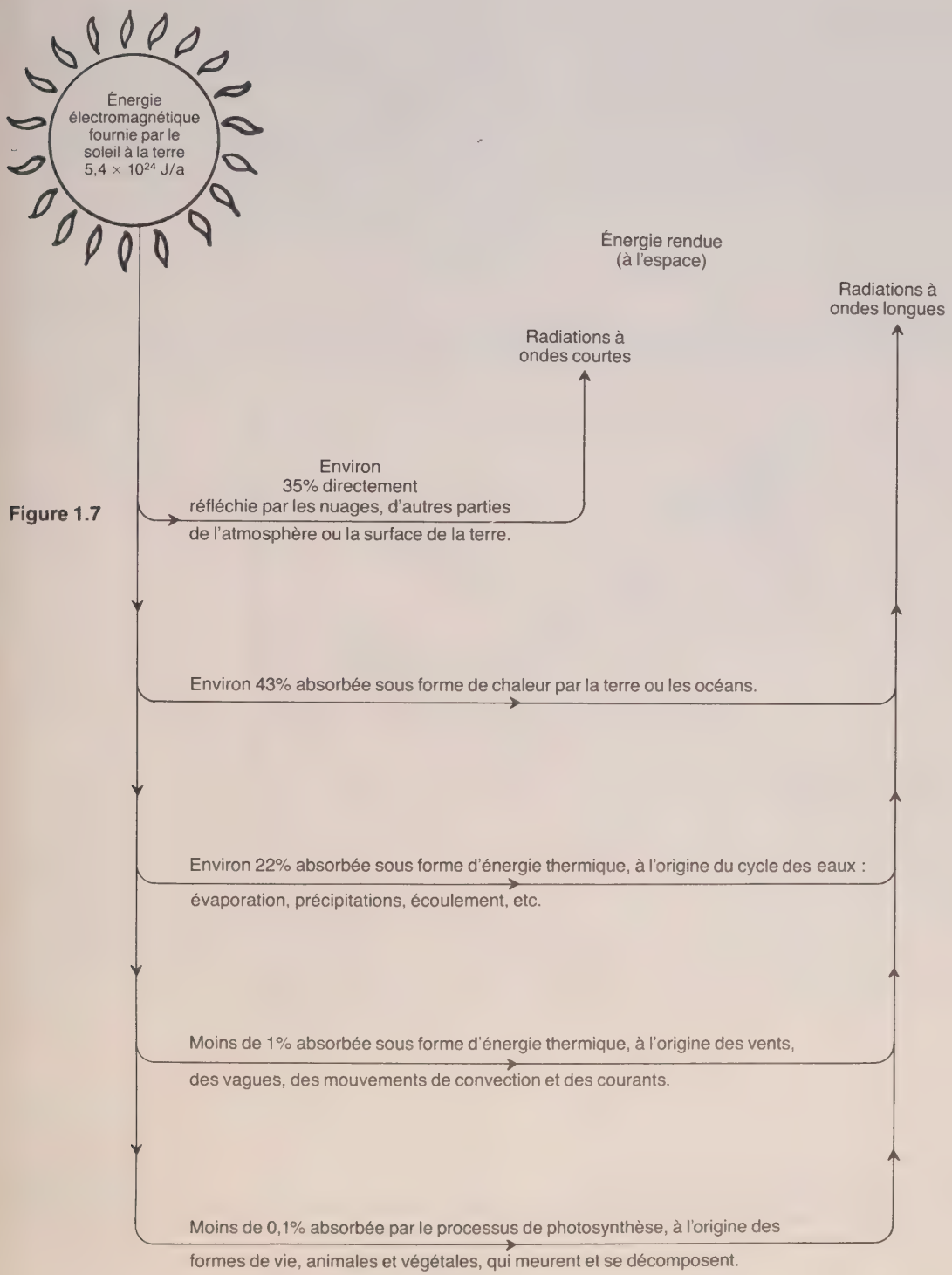

Énergie électromagnétique fournie par le soleil à la terre $5,4 \times 10^{24}$ J/a
Énergie rendue (à l'espace)
Radiations à ondes longues
Radiations à ondes courtes
Environ 35% directement réfléchie par les nuages, d'autres parties de l'atmosphère ou la surface de la terre.
Environ 43% absorbée sous forme de chaleur par la terre ou les océans.
Environ 22% absorbée sous forme d'énergie thermique, à l'origine du cycle des eaux : évaporation, précipitations, écoulement, etc.
Moins de 1% absorbée sous forme d'énergie thermique, à l'origine des vents, des vagues, des mouvements de convection et des courants.
Moins de 0,1% absorbée par le processus de photosynthèse, à l'origine des formes de vie, animales et végétales, qui meurent et se décomposent.

Figure 1.7

4. Énergie canadienne

Au Canada, l'offre répond-elle à la demande? En 1975, le Canada a utilisé plus d'énergie par habitant que tout autre pays au monde. Notre mode de vie, très confortable, semble dépendre d'une consommation élevée d'énergie. Les journaux, la télévision et les autres organes d'information nous incitent de plus en plus à effectuer des économies d'énergie. Le devons-nous vraiment? Le Canada ne possède-t-il pas de vastes ressources énergétiques? Les activités ci-dessous feront réfléchir les élèves sur ces questions et leur permettront de formuler leurs propres réponses.

★ Les enseignants peuvent demander aux élèves de remplir le tableau 1.4. Remarquez que les combustibles fossiles sont la principale source d'énergie canadienne. Analysez-en les raisons puisque le soleil est la principale source énergétique de la terre, comme l'indiquent les figures 1.6 et 1.7.

★ L'Ontario a domestiqué presque toutes ses rivières pour en récupérer l'énergie hydro-électrique. Nous approchons de l'utilisation maximale de nos ressources hydro-électriques. Analysez comment l'énergie solaire engendre l'énergie hydro-électrique. Quels sont les moyens dont nous disposons pour utiliser l'énergie solaire autrement que sous forme d'énergie hydro-électrique?

Figure 1.8

Demande et disponibilités intérieures : ensemble de l'énergie, 1970-1990 (scénario bas prix)

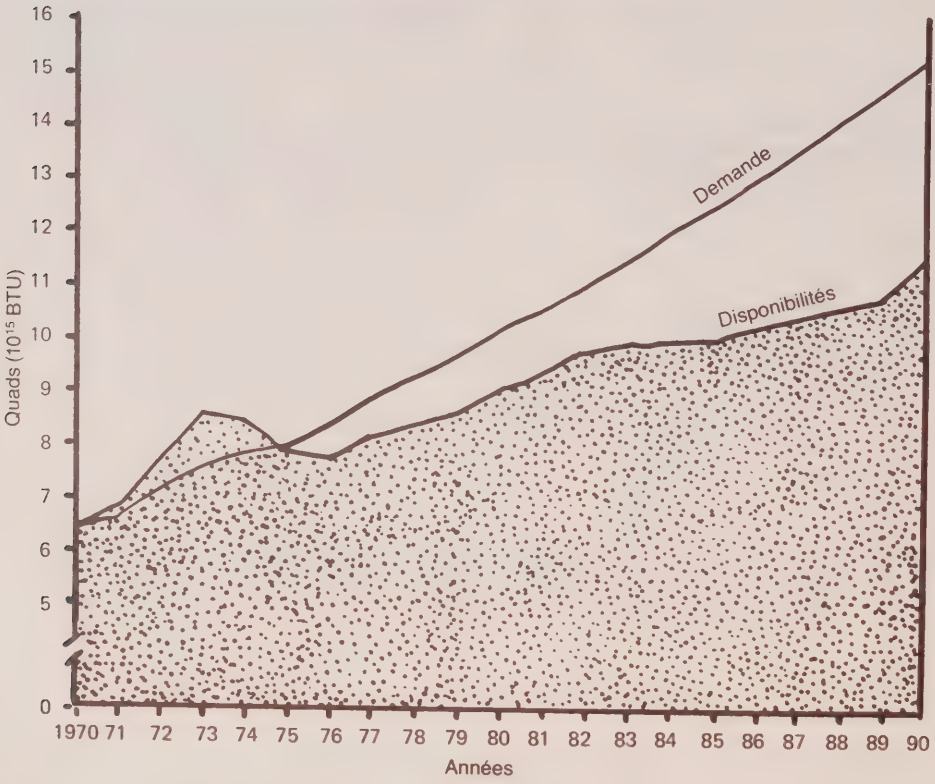


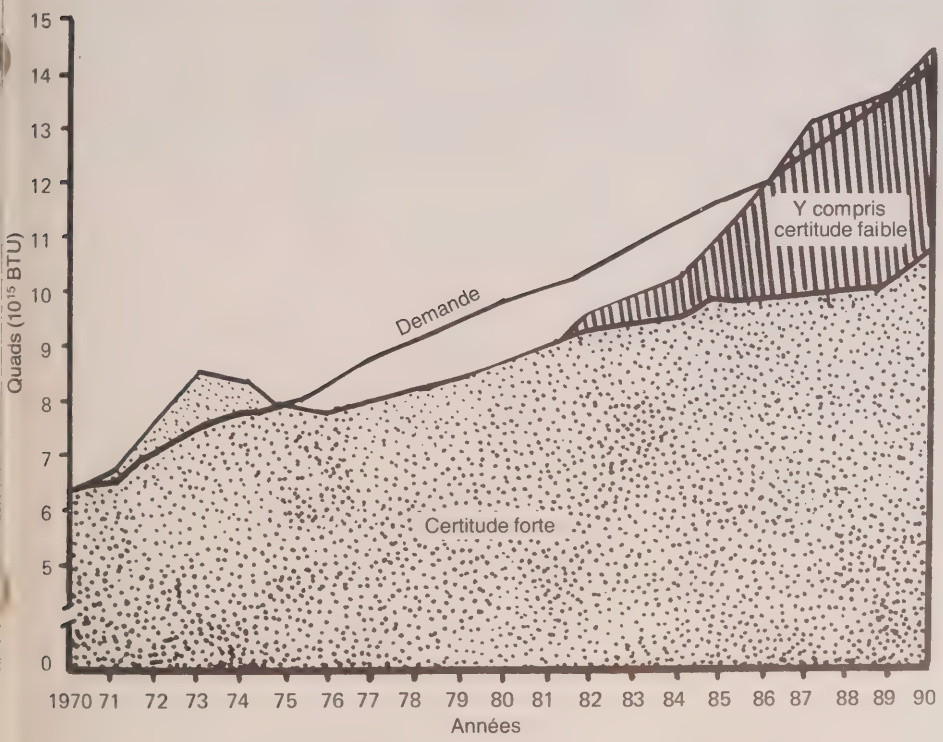
Figure 1.8. Dans cette extrapolation, on suppose que le prix de l'énergie (pétrole, gaz, électricité, charbon) au Canada reste, en valeur réelle, celui de la fin de 1975. Il n'augmente qu'au taux général de l'inflation, soit au même rythme que les autres biens et services.

Répercussion du niveau de la demande sur les disponibilités énergétiques

★ Examinez attentivement les figures 1.8 et 1.9, qui expriment les extrapolations effectuées sur la demande et l'offre énergétiques au Canada. Quels sont les commentaires que vous inspirent ces deux graphiques? Que pensez-vous de l'avenir énergétique du Canada? Pensez-vous que le Canada peut devenir une nation autonome sur le plan de l'énergie?

Figure 1.9

Demande et disponibilités intérieures : ensemble de l'énergie, 1970-1990 (scénario prix élevé)



– Les hypothèses de la figure 1.9 sont les suivantes : le prix de l'énergie augmente beaucoup plus rapidement que celui des autres biens et services jusqu'en 1978 environ, année où le prix du pétrole rejoint à peu de chose près le cours actuel international. Après 1978, on suppose que tous les prix de l'énergie n'augmentent qu'au taux général de l'inflation. On suppose qu'une augmentation des prix relatifs à l'énergie pousserait les compagnies pétrolières à financer l'exploration et la mise en valeur des régions éloignées du Canada afin d'augmenter considérablement l'approvisionnement en énergie.

Tableau 1.3

Demande et disponibilités énergétiques au Canada (estimation)	1980			1990		
	A	B	C	A	B	C
	En 10^{15} BTU	En 10^{18} joules	Équivalent en barils de pétrole brut	En 10^{15} BTU	En 10^{18} joules	Équivalent en barils de pétrole brut
Bas prix : Demande						
Disponibilités						
Différence						
Prix élevé : Demande						
Disponibilités						
Différence						

1 baril de pétrole brut contient $6{,}12 \times 10^9$ J
1 BTU = $1{,}055 \times 10^3$ J

Recherche de nouvelles sources canadiennes d'énergie

★ Notez qu'il y a plus d'énergie disponible en 1990 d'une prévision à l'autre. Pourquoi cela? Le raisonnement est le suivant : si les possibilités de mise en valeur des ressources pétrolières intérieures du Canada diminuent, on s'intéressera davantage à l'énergie électrique. L'augmentation de la demande fournira aux compagnies électriques l'appui voulu pour étendre leurs réseaux de production et parvenir à leur capacité maximale. Notez également que, malgré les milliards de dollars consacrés à l'exploration et à la mise en valeur, les auteurs en qualifient les résultats de certitude faible. Analysez cette conclusion et choisissez les solutions qui vous paraissent les meilleures : risquer des milliards pour chercher du pétrole (figure 1.9); ne rien faire (laisser la nature suivre son cours, figure 1.8); trouver d'autres solutions, mise en valeur, par exemple, d'autres sources énergétiques – énergies solaire, éolienne et marémotrice. Étayez de faits vos raisonnements.

Sources d'énergie renouvelables

★ Utilisez l'information du tableau 1.4. Tout d'abord, exprimez chaque source énergétique en pourcentage du montant total d'énergie convertie. En 1990, on prévoit que certaines sources renouvelables s'ajouteront aux sources indiquées au tableau. Déterminez quelques-unes des sources énergétiques renouvelables qui pourraient y figurer. Une seule des sources énumérées est renouvelable. Laquelle? Énumérez toutes les sources énergétiques qui, selon vous, seront exploitables en 2050, en précisant la contribution en pourcentage de chaque source à la quantité totale d'énergie consommée à cette époque.

Moyens d'établir une autonomie énergétique canadienne

Après avoir analysé le problème énergétique du Canada, nous devons nous demander pour quelles raisons les «économies d'énergie» qui nous permettraient d'assurer l'autonomie énergétique du Canada revêtent une telle importance. Si la demande d'énergie dépasse l'offre intérieure, le Canada devra continuer à importer de l'énergie . . . et nous aurons à payer le prix fort. Des milliards de dollars quitteront le pays – ce que nous ne pouvons pas nous permettre – et nous deviendrons tributaires des pays producteurs de pétrole, perspective inacceptable.

> Notre dépendance croissante par rapport au pétrole brut constitue l'un de nos principaux problèmes : nos ressources en pétrole brut traditionnelles sont, au Canada, de plus en plus faibles, ce qui signifie que nous devons en acheter de plus en plus à l'étranger; parallèlement, le prix ne fait qu'augmenter. Si nous continuons de la sorte, nous devons nous attendre, dans les années à venir, à augmenter le déficit de notre balance commerciale et l'inflation amorcée par ce manque d'énergie. Cet accroissement de notre dépendance vis-à-vis des importations pétrolières risque, par ailleurs, de compromettre l'avenir de nos industries, en augmentant les coûts de production au point de les rendre non concurrentiels sur les marchés internationaux.

★ Remplissez le tableau 1.3 et analysez les répercussions possibles des différences.

Tableau 1.4

Sources de la consommation actuelle d'énergie au Canada (Amyot 1976)		
Source	**Consommation d'énergie en 10^{15} joules**	**Pourcentage du total**
Pétrole	3 966,8	
Gaz naturel	1 804	
Charbon	762,8	
Hydro-électricité	869,3	
Électricité nucléaire	177,2	
	Total $\times 10^{15}$ J	100%

Moyens d'atteindre notre autonomie proposés par le gouvernement du Canada

Pour réaliser notre objectif d'autonomie énergétique d'ici 10 ans, le gouvernement du Canada propose neuf principales lignes de force, qui offrent un cadre cohérent pour l'élaboration de programmes et de mesures particulières :

1. fixation appropriée des prix de l'énergie;
2. économies d'énergie;
3. accroissement de l'exploration et de la mise en valeur;
4. augmentation du volume d'informations concernant les ressources;
5. substitutions de sources d'énergie;
6. nouveaux réseaux de livraison;
7. mesures à prendre en cas de pénuries;
8. augmentation de la recherche et du développement; et
9. accroissement de la participation des Canadiens.

Outre l'objectif d'autonomie énergétique et les diverses politiques qui y conduisent, le gouvernement du Canada a adopté divers sous-objectifs. Le but visé par la politique n^{o} 2 est une mesure que nous pouvons tous soutenir en adoptant des pratiques d'économie d'énergie :

Réduire le taux moyen d'accroissement de l'utilisation de l'énergie au Canada, au cours des 10 prochaines années, à moins de 3,5% par an.

On peut y arriver en imposant des mesures appropriées d'établissement des prix et en prenant des initiatives concernant les économies d'énergie. Ce taux représenterait une réduction de plus d'un tiers par rapport au niveau historique observé. Il est techniquement possible d'effectuer cette réduction avec des répercussions minimales sur le niveau de vie et la qualité de la vie. C'est une réduction qui est essentielle si nous voulons être en mesure de planifier notre avenir énergétique le plus adéquatement possible. Au cours de la prochaine ou des deux prochaines années, à mesure que le rendement de l'économie canadienne s'accélérera, la croissance de la consommation d'énergie pourra dépasser 3,5% par an. À mesure que la croissance économique régulière s'approchera du niveau optimal possible et que les mesures relatives aux économies d'énergie donneront des résultats, on prévoit que le taux d'accroissement de la consommation d'énergie baissera à moins de 3,5% par an.

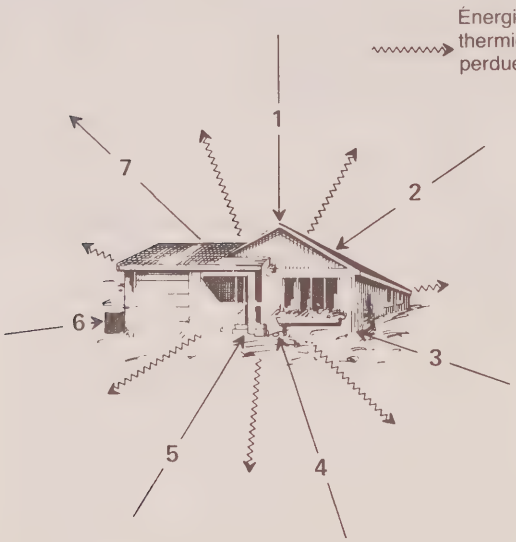
Ce document décrit un grand nombre d'économies d'énergie que peut réaliser un individu ou un groupe, à la maison ou à l'école. La plupart des autres politiques nécessitent une action gouvernementale; c'est pourquoi nous ne nous y étendrons pas ★ dans le présent guide. Les élèves pourraient, cependant, effectuer avec profit des recherches sur les programmes et mesures qui vont de pair avec chaque politique énumérée.

5. Énergie et systèmes d'habitation canadiens

La figure 1.10 représente la maison comme l'aboutissement de six systèmes et le point de départ d'un autre. Les sept systèmes ont des interactions très complexes; pour simplifier l'analyse, nous les examinerons séparément. Chaque système consomme, pour fonctionner, de l'énergie. Nous sommes tous un élément important du système, puisque nos habitudes de vie frugalité, modération, extravagance ou gaspillage déterminent en grande partie la vitesse de fonctionnement de chaque système et le rythme d'utilisation des ressources que nous y introduisons. Chaque système a besoin d'énergie pour fonctionner, c'est pourquoi plus nous «tirons» sur le système, plus nous augmentons le rythme de consommation de l'énergie en la transformant en énergie thermique dégradée, qui se dissipe dans l'espace. Pour faire des économies d'énergie, nous pourrions mettre au ralenti un système ou même tous les systèmes.

Figure 1.10

Quelques systèmes de conversion de l'énergie dans les habitations



1. Combustible fossile – chauffage maison
2. Agriculture-nourriture
3. Biens manufacturés
4. Pétrole-transport
5. Hydro-électricité
   Électricité nucléaire
   Électricité de centrales thermiques
   → électricité
6. Eau
7. Libération des pertes et des déchets

La notion de société d'économie est une contribution canadienne aux documents publiés sur l'économie d'énergie. Le Conseil des sciences du Canada a introduit cette nouvelle expression «pour souligner l'objet de nos pensées et de nos idées actuelles et, surtout, pour stimuler le débat national sur la question». Le terme est maintenant largement repris par les organes d'information. Il oriente nos efforts d'économie d'énergie et synthétise ce que pourrait être notre futur mode de vie énergétique. Il mérite qu'on s'y arrête et qu'on en discute.

La société d'économie : définition opérationnelle

La société d'économie est née de l'intérêt profond manifesté par une partie de la population pour l'avenir du monde, voire de son inquiétude. On s'est bien rendu compte que nos décisions actuelles, dans des domaines comme l'énergie et les ressources non renouvelables par exemple, risquaient d'avoir un effet irréversible ou même destructeur à moyen ou à long terme.

Pour croire à la nécessité d'une société d'économie, il suffit de constater que le monde est fini; les ressources non renouvelables sont limitées; notre interdépendance globale est sans cesse croissante.

La société d'économie s'oppose au gaspillage et par conséquent :

– encourage l'économie de conception des systèmes, «faire plus avec moins»;

– favorise la réutilisation ou le recyclage et, chaque fois que cela est possible, la diminution de la production à la source;

– remet en question la croissance ininterrompue de la demande par habitant de biens de consommation, suscitée artificiellement par les techniques modernes de commercialisation et de publicité;

- croit que la pluralité des solutions peut, pour de nombreux systèmes, tels que l'énergie et le transport, en augmenter l'économie, la stabilité et la souplesse globales.

Dans une société d'économie, les mécanismes de prix ne reflètent pas simplement le coût isolé de la production, mais bien le coût total subi par la société, dans lequel il faut inclure, entre autres, la consommation nette d'énergie, les conséquences écologiques et les facteurs sociaux. Cela permet au système de marché de répartir les ressources d'une façon qui optimise les besoins réels de la société, tant immédiats qu'à long terme.

D.A.R. Thompson approfondit la définition précédente :

La société d'économie est inévitable. Si nous ne prenons pas les décisions qui s'imposent pour diminuer l'exploitation de nos ressources limitées, pour respecter les contraintes écologiques et climatologiques et pour nous attaquer aux problèmes sociaux que soulèvent les énormes progrès techniques, les changements nous seront imposés. La société d'économie ne peut se définir clairement et devenir réalité qu'avec la participation et l'appui du public. Elle n'aurait rien d'une lutte âpre et primitive avec les éléments; cette nouvelle forme de vie serait enrichie sur les plans matériel et culturel grâce à la priorité donnée à la qualité plutôt qu'à la consommation.

Les pages qui suivent suggèrent à l'enseignant quelques idées pour faire comprendre la société d'économie et le concept des systèmes aux élèves par des débats, des discussions et leur participation active dans leurs propres habitations.

★ Analysez la figure 1.10. Pourrions-nous ralentir un système ou même tous les systèmes, afin de contribuer aux économies d'énergie?

6. Forces motrices et contraintes

L'enseignant peut exposer les conséquences de l'arrêt des divers systèmes sur le mode de vie de chacun. Ce type de mesure extrême serait-il compatible avec la société d'économie? De quelle façon chaque système serait-il envisagé et utilisé dans le contexte d'une société d'économie?

On peut analyser chaque système domestique comme un ensemble qui subit des pressions, pressions qui accélèrent le débit des ressources dans le système et qui augmentent le rythme de consommation de l'énergie. Inversement, certains facteurs combattent une accélération du débit d'énergie ou même le ralentissent. Dans le premier cas, il s'agit de forces motrices, dans le deuxième cas, de freins ou contraintes. La liste suivante n'est pas exhaustive :

Forces motrices
- population (p. 19)
- demande (p. 19)
- augmentation des attentes (p. 19)
- nouvelles découvertes (p. 20)

Contraintes
- valeurs (p. 20)
- techniques (p. 21)
- environnement (p. 21)

Quels autres éléments peut-on ajouter à ces deux listes?

Les forces motrices et les contraintes ont d'importantes interactions. Si l'on analyse les raisons pour lesquelles une famille utilise un système au maximum (gaspillage) ou au minimum (économie), on constate que presque toutes, sinon toutes, les forces motrices et contraintes précédentes jouent un rôle. On peut souligner cette interaction auprès des élèves à l'aide des sujets de discussion et d'engagement personnel suggérés dans les pages qui suivent.

Population

★ L'une des discussions peut porter sur les nombreuses façons dont l'arrivée d'une personne supplémentaire dans une maison – nouvel enfant, beau-frère – augmente l'utilisation de chaque système. Elle pourra s'étendre aux répercussions d'une croissance nulle de la population. On pourra discuter aussi de l'importance qu'accordent certains peuples aux familles nombreuses et de l'influence de cette attitude sur le nombre de résidants dans une maison. Il faudrait également envisager la façon dont les autres contraintes peuvent diminuer ou augmenter la taille d'une famille.

Demande

Souvent, nous faisons mal la distinction entre besoins et demandes. Les besoins, c'est ce dont on ne peut se passer pour vivre. Les demandes comprennent les besoins et les nombreuses choses inutiles que nous acquérons ou que nous accomplissons. Les élèves doivent pouvoir faire la distinction suivante :

Besoins = Demandes – Choses superflues

★ Pour illustrer cette question, énumérez douze appareils ou installations dont le fonctionnement nécessite, chez vous, une source de courant électrique. Énumérez-en quatre dont vous pourriez facilement vous passer. Énumérez-en quatre dont vous auriez du mal à vous passer. Parmi ceux-ci, quels sont les deux dont vous ne vous débarrasseriez qu'en dernier lieu? Quel est celui dont vous vous sépareriez en premier? Fait-il l'unanimité dans la classe? Quels sont, parmi les appareils que l'on tient à conserver, ceux qui ne sont pas essentiels? Discutez-en, ainsi que de l'énoncé suivant, en utilisant la notion de débit d'énergie d'un système.

★ La demande en énergie résidentielle est forte pour deux raisons. D'abord, se chauffer au Canada coûte nécessairement très cher. Ensuite, les Canadiens consomment beaucoup d'énergie électrique, à cause des accessoires ménagers. La prolifération d'accessoires ménagers caractérise essentiellement la société de consommation massive. Notre mode de vie semble la réclamer. Pour réduire cette demande en énergie, nous devrons modifier nos modes de comportement et/ou fabriquer une quincaillerie domestique plus économique.

★ Analysez la déclaration suivante :

> Notre priorité consiste à modifier nos besoins énergétiques en fonction de nos besoins réels.

★ Analysez quelques-unes des relations entre la demande et les autres forces motrices et les contraintes.

Augmentation des attentes (stimulées par la publicité)

★ Découpez des annonces de journaux locaux mettant en valeur les bienfaits et les mérites d'un objet. Notez les expressions qui suggèrent la satisfaction, le bonheur, le mieux-vivre, la joie, etc. que l'on peut retirer de l'achat de l'objet en question. Déterminez-en la part de vérité.

★ Les annonces télévisées peuvent être transcrites ou enregistrées plusieurs soirs, puis écoutées en classe. La classe discutera alors des moyens qu'utilisent les publicitaires pour suggérer de façon directe ou subliminale que certains produits augmentent les joies de la vie. Discutez de l'influence de la publicité sur le débit des biens dans un système de fabrication.

> Je m'arrache les cheveux chaque fois que j'y pense. Qui dirige les organes d'information sur lesquels nous calquons nos valeurs? Qui achète les journaux? Vous et vos dix ou quinze cents? Absolument pas. Qui achète les émissions de télévision que vous suivez sur votre poste? Vous? Pas du tout. Nous ne communiquons entre nous que par l'intermédiaire des gens qui font marcher la société de consommation. En vérité, c'est la publicité qui est le carburant de la société de consommation.

À l'aide des annonces et de la publicité que vous avez recueillies, défendez ou réfutez le point de vue de M. Pitman.

★ Les lignes suivantes sont extraites d'une émission de Radio-Canada télévisée en 1976.

> Pendant de nombreuses années, l'Hydro-Ontario a commandité des annonces publicitaires qui nous expliquaient comment améliorer notre vie en consommant plus d'électricité. L'Hydro-Ontario présentait souvent des appareils électriques qui, promettait-elle, amélioreraient le mode de vie des abonnés de l'Hydro qui les achèteraient. À présent, nous avons droit à une toute autre annonce : «Au cours des dernières années, les Ontariens ont consommé de plus en plus d'électricité. La demande en électricité doublant tous les dix ans, l'Hydro est restée au diapason en doublant, au même rythme, sa capacité de production. Eh bien, cette époque est révolue. Nos ressources ne permettent pas de soutenir ce type de croissance. Il nous faut ralentir notre consommation. Économisez l'électricité le plus possible.»

Analysez les raisons sous-jacentes au changement radical des annonces publicitaires de l'Hydro-Ontario. Le premier message révèle-t-il une grave erreur de prévision? Le second message peut-il réellement modifier les habitudes de consommation des Ontariens?

★ Étudiez les relations entre l'augmentation des attentes et les autres forces motrices et contraintes.

★ Abordez les répercussions de l'utilisation des cartes de crédit sur la satisfaction individuelle et sur le débit d'énergie dans un système.

Nouvelles découvertes

★ Discutez des nouvelles découvertes suivantes :

Les experts nous informent qu'il y a suffisamment de pétrole dans les sables bitumineux de l'Alberta pour satisfaire les besoins énergétiques du Canada pendant deux siècles. Malheureusement, nous ne connaissons toujours pas de techniques permettant d'en extraire le pétrole en respectant les critères de rentabilité et l'écologie. Si on les trouvait, en quoi cela influerait-il sur le débit du système?

Seriez-vous toujours en faveur d'une consommation prudente du pétrole? S'il y en avait suffisamment pour huit générations, vous soucieriez-vous de la neuvième?

Discutez de l'effet des nouveaux jeux électroniques qui se branchent sur les récepteurs de télévision, des mini-calculatrices, des réveils numériques et des autres innovations sur les débits de nos systèmes domestiques.

Valeurs

★ J'ai été élevé à une époque où la vie n'était pas facile; mes parents ne m'ont jamais offert de voyages, de voitures ni même de bonbons. J'ai subi énormément d'injustices. Maintenant je m'en suis sorti. Je possède beaucoup d'argent, un yacht, une propriété avec une maison dotée de cinq salles de bains, quatre courts de tennis, une piscine intérieure, une piscine extérieure et trois voitures. J'ai un chalet dans le nord avec tous les conforts modernes et un autre en Floride. J'ai lu dans les journaux qu'il me faudrait modifier mon système de valeurs et devenir un adepte de l'économie, «faire plus avec moins» . . . comme si cette expression avait un sens! Laissez-moi vous poser la question suivante : Pourquoi devrais-je changer de mode de vie? Pourquoi ma femme et mes deux enfants le devraient-ils? Mon voisin vient d'acheter deux Lincoln Continental. Il en est très heureux. Vous savez quoi? Demain, moi aussi je vais en acheter deux.

★ Analysez cette déclaration en tâchant de répondre aux questions suivantes :

Comment répliqueriez-vous à la personne qui s'exprimerait de la sorte? Identifiez certaines de ses valeurs. Si le credo de la société d'économie, c'est «faire plus avec moins», le credo de ce monsieur semble être «faire moins avec plus». Il fait sans nul doute partie de la «société de gaspillage». Analysez la façon dont ses valeurs influent sur le débit d'énergie dans le système.

Faites-vous partie de la société de gaspillage? Dressez une liste de dix articles que vous utilisez pour vos loisirs et de cinq autres que vous aimeriez acheter si vous en aviez les moyens. En face de chacun d'eux, indiquez le temps d'utilisation de l'article au cours de la semaine écoulée. Énumérez quatre articles que vous possédez et dont vous vous servez rarement. Estimez-vous que les choses que vous possédez vous classent dans la catégorie des gaspilleurs? Quelles sont les valeurs que nous devons adopter pour «faire plus avec moins»?

Ce «gaspillage de la propriété» est généralisé dans notre société. À tout moment, nous détenons des masses d'objets non utilisés : automobiles dans les parkings, vêtements dans les placards, livres sur des étagères; disques que personne n'écoute plus, chalets d'été inutiles l'hiver, maisons d'hiver inutiles l'été . . .

Le chalet d'été, tradition canadienne, illustre parfaitement ce type de gaspillage. Le temps qu'il faut pour s'y installer; travailler à certaines réparations; nettoyer et lubrifier les équipements qui serviront aux plaisirs de l'été (bateau, moteur, tondeuses à gazon, etc.); que voilà la saison des moustiques arrivée ou, tout simplement, la fin des vacances.

Plus nous accumulons de biens, moins nous leur consacrons de temps. Les biens et l'énergie consacrée à leur production servent un but contestable.

★ Faites remplir à chaque élève une liste d'articles sous le titre «Le gaspillage causé par mes biens personnels».

★ Nous pouvons «faire plus avec moins», entre autres, en louant au lieu d'acheter. Beaucoup de gens possèdent de gros appareils ou instruments dont ils se servent très peu, notamment les souffleuses à neige, les moteurs hors-bord et les tondeuses. Analysez la diminution du débit d'énergie des divers systèmes que pourrait entraîner la location des biens traditionnellement achetés.

★ Après avoir lu la citation suivante, examinez-en successivement les première, seconde, cinquième et sixième phrases. Êtes-vous du même avis? Étayez votre point de vue à la lumière de votre expérience personnelle :

L'objet de la propriété est la jouissance de la chose possédée. Il n'est pas nécessaire de passer par la propriété pour atteindre cette finalité. Le Droit romain définissait trois caractéristiques de toute propriété : le droit à l'usage *(usus)*, le droit d'en tirer profit *(fructus)*, et le droit de céder, détruire ou abuser de la propriété *(abusus)*. La location confère le droit à l'*usufruit* mais non celui d'en abuser. Aucune forme d'abus ne devrait être tolérée dans la Société de conservation. De lourdes amendes devraient être imposées à ceux qui endommageraient la propriété, privée ou non.

★ Le passage suivant illustre l'application systématique de la théorie de la location au service des économies d'énergie. La propriété y est réduite à sa plus simple expression.

Mini-scénario d'une société de location

On dit qu'il existe, quelque part en Californie, dans l'une des villes au bord de l'océan, un condominium communalisé dont les habitants se partagent toutes les possessions. Au premier étage se trouve une gigantesque boutique, où chaque habitant peut renouveler sa garde-robe de la semaine, tous les lundis. Une flotille d'automobiles attend dans le garage le bon plaisir des coquettes habitantes. Il est dit que ces dernières choisissent le style et la couleur de l'automobile, de manière à s'accorder avec leur costume du jour, et jamais l'inverse. Le deuxième étage est consacré à une bibliothèque circulante, et le troisième à une bibliothèque de disques et enregistrements musicaux. On peut louer un poste de télévision-couleur les jours pluvieux, ou s'activer à perfectionner son tennis, découvrir la natation sous-marine ou la voile, le tout, guidé par des instructeurs qualifiés (il faut dire que la liste d'attente est très longue, pour la voile).

Une famille du septième étage a loué un authentique Picasso, pour une période de six mois. Les filles de l'appartement 54C ont rempli leur salle de séjour de sculptures indiennes et de bijoux cérémoniaux Navaho. Les jeunes administrateurs du 715A reçoivent dans un somptueux salon Louis XV.

★ Analysez le scénario en vous guidant sur les questions suivantes :

– Quels sont les éléments qui vous déplaisent dans cette société?

– Quels sont ceux qui vous plaisent?

– Quelles sont, parmi vos valeurs, celles qui vous empêcheraient de vivre ainsi?

– En quoi cette société influerait-elle sur le débit de notre système de fabrication?

★ Comment nos propres valeurs influent-elles sur le débit des systèmes?

Techniques

L'exercice suivant doit permettre aux élèves d'évaluer en quoi les techniques peuvent servir à diminuer chez eux la consommation d'énergie. L'utilisation des techniques étant généralement une question de choix personnel, l'exemple choisi associe les techniques aux valeurs et aux attitudes. Les élèves peuvent travailler en groupes représentant les familles, puis discuter de chaque option avant d'arriver à une décision.

★ En passant en revue les comptes du ménage, votre père remarque que l'an passé le chauffage de la maison a nécessité 3 600 litres de mazout nº 2, soit une dépense de $340. Il estime que l'augmentation du mazout entraînera, cette année, une dépense supplémentaire de $140. Toutes les indications qui lui sont fournies laissent en effet prévoir une importante augmentation du mazout pour l'hiver prochain. Comme la plupart des chefs de famille, il s'est procuré des brochures du gouvernement fédéral sur les moyens d'économiser de l'énergie; il en arrive aux conclusions suivantes :

1. D'après des documents dignes de foi, nous pourrions réaliser des économies en prenant les décisions suivantes :

a) Réglage du thermostat dans la journée à 20 °C au lieu de 22 °C; pour les huit heures de la nuit, passage à 17 °C . .	11%
b) Réglage semestriel de la chaudière	10%
c) Isolation du grenier selon les normes recommandées	10%
d) Isolation des murs selon les normes recommandées	4%
e) Isolation du sous-sol selon les normes recommandées	9%
f) Calfeutrage et bandes de protection contre le froid . . .	5%
g) Installation de contre-portes	2%
Économie totale . .	51%

2. L'isolation des murs coûterait $600, car il s'agit d'un travail de spécialiste.

3. Nous pouvons faire le reste nous-mêmes.

4. Le réglage semestriel de la chaudière coûte $50 par an.

5. Les matériaux requis, à l'exception des murs, coûteraient $640, au prix actuel.

6. Il n'y aura pas de limite à l'augmentation du mazout.

7. Si chaque foyer économise 50% en mazout, le Canada disposera de plus de temps pour trouver de nouvelles solutions.

Option 1. Votre famille dispose de $600, mais a décidé l'année dernière de réserver cette somme pour un système de chauffage de piscine. Quelle serait la décision de votre famille?

Option 2. Votre famille estime qu'elle devrait isoler la maison cet été, mais n'a pas l'argent pour le faire. Vous avez économisé $600 pour faire un voyage en Europe le mois prochain avec la fanfare de l'école. Si vous restez, les $600 permettront d'isoler la maison. Quelle serait la décision de votre famille?

Option 3. Votre famille dispose de $600. L'argent doit servir à isoler la maison; cependant, votre père travaillant pour une compagnie pétrolière, vous obtenez une réduction de 40% sur le mazout. C'est bien moins cher que ce que payent les autres. Devriez-vous utiliser la différence pour faire isoler la maison ou pour effectuer ce voyage que vous planifiez pour l'été prochain?

Analysez les décisions de chaque famille, établissez leur degré de logique et les valeurs reflétées par les membres de la famille.

★ Nous savons comment isoler des maisons. Discutez en quoi l'application de ces techniques peut influer sur le débit chauffage-combustible fossile.

Environnement

Le prix de revient des matières premières est d'autant plus bas que l'extraction et le raffinage s'effectuent à proximité des centres de consommation. Au fur et à mesure que les ressources s'épuisent, les travaux d'exploration pour de nouvelles sources d'approvisionnement se multiplient et s'éloignent des centres de consommation. C'est le cas de nombreuses ressources naturelles, dont les meilleurs exemples sont encore le pétrole et le gaz naturel.

Actuellement, l'exploration et l'extraction de pétrole se déplacent vers les régions éloignées du Nord-Ouest et vers le nord de l'Atlantique. Il en résulte, entre autres, un accroissement des risques courus par le milieu naturel. L'effet néfaste de l'homme se fait particulièrement sentir dans les centres d'extraction de matières premières des régions fragiles de la toundra. Les éléments suivants devraient permettre aux élèves de s'initier aux répercussions physiques, politiques, économiques et culturelles du débordement sans cesse croissant d'un système sur le milieu naturel.

Peut-on séparer le pétrole de l'eau?

★ Remplissez d'eau une poêle et, à l'aide d'un compte-gouttes, laissez tomber une goutte de pétrole ou d'huile au centre de la poêle. Dressez la liste des moyens qui, selon vous, permettraient de séparer le pétrole de l'eau. Indiquez également les méthodes qui pourraient être utilisées pour supprimer les nappes de pétrole déversées accidentellement sur les côtes canadiennes. Quelles modifications ces méthodes devraient-elles subir avant qu'on puisse les utiliser sur une grande échelle?

★ *Le déversement de pétrole de l'Arrow*

En février 1970, le pétrolier *Arrow* s'échoua sur les côtes de la Nouvelle-Ecosse, déversant 77 000 barils de pétrole dans les eaux de la baie de Chedabucto. Ce drame fut à l'origine d'un magnifique effort des hommes de science et des garde-côtes canadiens pour limiter l'étendue des dégâts sur les côtes avoisinantes.

En vous reportant aux journaux de l'époque, faites l'inventaire des mesures utilisées pour résorber le pétrole et de leur efficacité. Certaines parties de la côte ont-elles été détruites malgré les efforts déployés par les spécialistes? Qui a financé l'opération de nettoyage?

★ *Déversements accidentels de pétrole et dégâts écologiques*

Le 23 juin 1976, un chaland-citerne appartenant à la *New England Petroleum Company* répandit 7 445 barils de pétrole dans la baie Alexandria du Saint-Laurent, près de la ville de Gananoque, en Ontario. L'opération de nettoyage coûta $10 000 000. Les refuges d'une partie importante de la faune de la région furent complètement pollués, et laissés tels quels à cause du coût de nettoyage trop élevé.

Déterminez les dégâts que peuvent causer les marées noires sur la faune des régions polluées par les déversements accidentels de pétrole.

Marées noires : un problème écologique de plus en plus grave

15 décembre 1976 – Le pétrolier libérien *Argo Merchant* coule au large de l'île de Nantucket, Massachusetts, déversant 210 000 barils de pétrole dans la mer.

17 décembre 1976 – Le pétrolier libérien *Sansinena* explose dans le port de Los Angeles, tuant 9 personnes et en blessant 50.

19 décembre 1976 – Le pétrolier panaméen *Grand Zenith* quitte Teesport, Angleterre, pour Somerset, Massachusetts, avec à son bord un équipage de 38 marins et une cargaison de 220 000

barils de pétrole. Il a disparu, selon toute vraisemblance, dans l'Atlantique au large de la côte nord-est des États-Unis.

24 décembre 1976 – Le pétrolier libérien *Oswego-Peace* déverse accidentellement 55 barils de carburant diesel dans le fleuve Thames, à New London, Connecticut.

27 décembre 1976 – Le pétrolier libérien *Olympic Games* déverse accidentellement 3 700 barils de pétrole brut arabe dans le fleuve Delaware, à 15 milles de Philadelphie.

30 décembre 1976 – Le pétrolier libérien *Daphne* s'échoue sur les côtes portoricaines. Ses réservoirs vidés, il est dégagé du récif sans déversement de pétrole dans la mer.

7 janvier 1977 – Une explosion se produit à bord du pétrolier libérien *Mary Ann* durant le nettoyage de ses réservoirs, à 300 milles à l'est de Norfolk, Virginie. Un marin est blessé, mais le bateau ne subit que de légers dégâts.

Pour bien situer l'étendue et l'importance du problème, calculez le nombre de gallons de pétrole déversés accidentellement dans les eaux territoriales nord-américaines et le nombre de personnes qui y ont laissé leur vie. Le nombre élevé de ces incidents en si peu de temps déclencha une série d'articles dans les journaux. Qu'en pensez-vous? Le recours aux méthodes d'économie d'énergie diminuerait-il, au Canada, le problème sous-jacent? Quelles mesures faudrait-il prendre pour supprimer le problème? Estimez-vous vos réponses raisonnables?

Importations de pétrole et pétroliers
Selon les prévisions, le Canada devra importer du pétrole pour répondre à la demande intérieure en 1980.

★ Étudiez les questions suivantes :

- Si nous dépendions entièrement des importations de pétrole, quelle quantité approximative devrions-nous importer en mille billions (10^{15}) de BTU? (Étudiez les figures 1.8 et 1.9.)

– Si nous avions besoin de 17 000 000 de barils de pétrole, combien de pétroliers de la taille du *Grand Zenith* devrions-nous utiliser pour en assurer la livraison?

- Selon vous, dans quelle proportion le drame des marées noires va-t-il augmenter dans les eaux canadiennes?

– Si le Canada désire renforcer les mesures de sécurité, sera-t-il accusé de contredire ses intérêts réels?

– Qu'est-ce que cela signifierait?

– Si l'on tient compte de notre dépendance sans cesse croissante en matière de pétrole importé, pouvons-nous réellement imposer des mesures de sécurité unilatérales?

Une augmentation des normes de sécurité permettrait-elle de régler la situation?
L'opinion publique canadienne paraît, dans son ensemble, désirer que l'on interdise aux pétroliers battant pavillon étranger l'accès des eaux canadiennes, à moins qu'ils ne respectent des normes de sécurité plus rigoureuses.

★ Faites des recherches afin de déterminer :

– nos normes de sécurité actuelles;

– les normes de sécurité dont nous avons besoin;

– les améliorations requises par les normes de sécurité canadiennes;

les méthodes qu'il faut adopter pour les améliorer.

Sources d'énergie et problèmes de pollution connexes
Les marées noires constituent l'un des principaux problèmes écologiques qu'entraînent nos besoins croissants d'énergie, mais il y en a d'autres tout aussi importants.

★ En remplissant le tableau 1.5, les élèves auront un bon aperçu de l'étendue des problèmes écologiques inhérents à notre utilisation de l'énergie. Dans chaque cas, les élèves doivent

Tableau 1.5

Source d'énergie	Type de pollution écologique				Dégradation du paysage (esthétique)
	Air	Eau	Bruit	Chaleur	
Pétrole					
Charbon					
Mazout					
Gaz naturel					
Essence					
Carburant diesel					
Hydro-électricité					
Électricité nucléaire					

travailler sur le système énergétique global qui fournit l'énergie à leur maison. Par exemple, dans le cas du mazout, il faut tenir compte de l'exploration, du forage, du pompage, du transport jusqu'à la raffinerie, du raffinage, etc.

Signaux d'alarme

★ La déclaration suivante est un extrait de la conférence *Man-Environment Impact,* qui s'est déroulée à Toronto en novembre 1976 :

> Jusqu'à présent, nous avons pu échapper aux terribles conséquences de nos négligences écologiques, car l'écosystème global, vaste et élastique, a pu s'adapter à nos déprédations. Mais les signaux d'alarme sont de plus en plus nombreux. La destruction des forêts et l'épuisement des pâturages provoquent une «désertification»; les réserves poissonnières mondiales – des baleines aux anchois – ont diminué tragiquement; les pays industrialisés ont transformé des fleuves et des rivières en égouts; il semble même que l'homme se soit attaqué à la couche d'ozone de l'atmosphère. Quel est le degré d'activité humaine qui peut ébranler l'équilibre écologique? Personne ne connaît encore précisément la réponse. Cependant, il semble évident que si nous ne tenons pas compte de ces risques, si nous ne prévoyons pas dans nos budgets les sommes voulues pour préserver notre capital écologique, nous courrons inéluctablement à la faillite, au désastre. Le prix de notre négligence sera la destruction, ou la dégradation massive de la vie humaine.

Les élèves peuvent analyser les sentiments qui ont poussé Maurice Strong à faire cette déclaration. Un grand nombre de personnes partagent son opinion, d'autres sont d'avis contraire. Quel est le point de vue de vos élèves? Ils doivent le justifier.

Facteurs économiques, sociaux et politiques

Nous avons surtout envisagé les contraintes comme des facteurs qui diminuent le débit d'un système. Elles peuvent également freiner la réduction de l'approvisionnement énergétique. Les élèves peuvent se faire une idée de l'importance des facteurs économiques, sociaux et politiques en analysant le rôle de ceux-ci en tant que freins ou accélérateurs du débit d'un système. Les élèves pourront également réfléchir aux sujets suivants : le gazoduc de la route de l'Alaska, le projet du delta du Mackenzie, le réacteur CANDU, le *Garrison Diversion Project,* la construction de petites automobiles et certains autres problèmes d'actualité dont traitent les journaux. Les textes accompagnant «Ressources de gaz du nord du Canada : existe-t-il une solution viable?» et «L'Office national de l'énergie du Canada (simulation)», dans la deuxième partie, se prêtent bien à ce type d'analyse.

7. Ralentissement de l'utilisation des systèmes

En effectuant les activités proposées par le présent guide, les élèves vont prendre conscience de l'importance des méthodes d'économie d'énergie. Cette prise de conscience n'est cependant pas suffisante. Elle doit se traduire par des changements dans le mode de vie des élèves. Les pages suivantes leur permettront d'évaluer leur participation actuelle à ces mesures d'économie; elles contiennent également des mesures permettant de traduire en actes l'intérêt porté à ces problèmes.

★ Par petits groupes, identifiez quinze appareils consommateurs d'énergie qu'utilise votre famille. Dressez-en la liste et traitez-les comme dans le tableau 1.6. Donnez des réponses honnêtes et précises.

Quelle note votre groupe a-t-il obtenue pour son application actuelle des mesures d'économie d'énergie? Quelle est la note obtenue par la classe? Discutez des attitudes, sentiments et habitudes qui peuvent empêcher les gens d'appliquer ces mesures d'économie.

★ Les enseignants peuvent se servir de l'histoire suivante et des figures 1.8 et 1.9 pour introduire certaines mesures de ralentissement des systèmes :

> Il y a de cela quelques années, une tragédie exceptionnelle s'est produite en Amérique du Sud. Lors d'un déplacement sportif à destination du Chili, l'avion d'une équipe de rugby uruguayenne s'écrasa dans les Andes. Beaucoup moururent dans l'accident; quant aux survivants, ils n'avaient pour se protéger du froid que la carcasse de la cabine de l'avion. Certains d'entre eux étaient blessés; il fut décidé qu'ils resteraient abrités à l'intérieur de la cabine, tandis que les autres, par manque de place, resteraient la plupart du temps à l'extérieur.
>
> Les connaissances techniques du groupe leur permirent de réparer le récepteur de la radio de bord, mais l'émetteur resta en panne. Les gens à l'extérieur pouvaient écouter les nouvelles, en particulier le compte rendu quotidien des recherches. Cependant, la région étant immense et l'avion, somme toute bien petit, les jours passèrent sans qu'on découvrit l'épave de leur avion.
>
> Au bout de plusieurs dizaines de jours, les responsables des recherches aériennes conclurent que les éventuels survivants n'avaient pu résister aussi longtemps. Les victimes de l'accident entendirent donc l'annonce de l'arrêt des recherches entreprises par les forces aériennes chiliennes.
>
> Lorsqu'ils entendirent la nouvelle, les survivants à l'extérieur de la cabine se posèrent la question suivante : «Que devons-nous faire? Devons-nous le dire à nos amis qui sont à l'intérieur?»

Tableau 1.6

Appareil consommateur d'énergie	Méthodes d'économie applicables à cet appareil	Évaluation personnelle de l'application actuelle des méthodes d'économie (excellent, bon, acceptable, médiocre)
1.		
2.		
etc.		

L'un d'eux s'exclama : «Nous ne pouvons le leur dire; cela les tuerait.»

Un autre répliqua : «Non, il nous faut le leur dire.» Il se leva et, pénétrant à l'intérieur de l'avion, expliqua : «Les gars, j'ai de grandes nouvelles.»

Ils lui demandèrent : «De quoi s'agit-il?»

«Ils ont arrêté les recherches.»

L'avion se remplit aussitôt de plaintes. On lui demanda : «Qu'entends-tu par grandes nouvelles? Mais c'est terrible!»

«Non, répliqua-t-il. Ne voyez-vous pas que maintenant il nous faut nous débrouiller nous-mêmes.»

Ce fut là un tournant dans la vie du groupe. Dès qu'ils surent que personne n'essaierait plus de les secourir, ils décidèrent de s'en sortir eux-mêmes et y parvinrent.

La publication des deux graphiques des figures 1.8 et 1.9 a marqué, pour de nombreux Canadiens, un tournant décisif. Nous savons maintenant où nous en sommes. Personne ne viendra résoudre nos problèmes énergétiques à notre place. Il n'y a que nous qui puissions y parvenir, si nous acceptons d'effectuer un effort collectif et de modifier nos habitudes de consommation d'énergie individuelles et nationales.

Que pouvons-nous faire? Les mesures personnelles d'économie d'énergie ne manquent pas. Les sections qui suivent en traitent en détail. Il s'agit de bien plus que de simples habitudes de consommation personnelles et raisonnables d'énergie; nous pouvons également joindre nos efforts pour aider les autres à faire des économies d'énergie. En outre, nous pouvons nous préoccuper des risques écologiques que font courir nos approvisionnements en énergie et exposer ces risques au public.

Je suis de plus en plus convaincu que l'écologiste doit jouer un rôle de propagandiste, d'activiste.

Mesures

★ Les activités suivantes doivent permettre aux élèves de modifier ou de se préparer à modifier leur comportement par l'établissement d'un code d'éthique en matière d'énergie.

1. Organisez une «Semaine sur les économies d'énergie» dans votre communauté, en attirant l'attention du public sur les problèmes énergétiques par des conférences dans les classes de l'école, par des apparitions à la radio et à la télévision, par l'envoi aux journaux locaux d'importants articles et documents, par la distribution d'affiches aux magasins autour de chez vous et par l'organisation de tribunes publiques.

2. Organisez une foire annuelle dans votre école sur les économies d'énergie. Distribuez-y des médailles commémoratives à ceux qui auront eu les meilleures idées en matière d'économie d'énergie pour les systèmes domestiques suivants : chauffage de la maison, alimentation, transport, eau, électricité, biens manufacturés et déchets. Il peut s'agir là d'un projet passionnant. Vous pourrez de la sorte susciter l'intérêt de tous pour les économies d'énergie, en faire la publicité et contribuer à l'établissement de bonnes habitudes personnelles d'économie d'énergie.

3. Organisez un concours d'économie d'énergie au sein de l'école ou du conseil scolaire.

4. Procurez-vous des films traitant de l'énergie et des économies énergétiques, visionnez-les et discutez-en. Les films peuvent être projetés en soirée, de façon que les membres de la communauté puissent y assister.

5. Mettez sur pied une équipe-énergie comprenant des enseignants, des élèves et des membres de la communauté. Cette équipe-énergie peut comprendre les représentants suivants :

a) un représentant de l'administration – le directeur ou le directeur adjoint;

b) un représentant des opérations – le concierge en chef;

c) des représentants des usagers – deux enseignants et deux élèves;

d) un représentant de la communauté (si l'école est un centre important d'activités communautaires).

Cette équipe demande au conseil scolaire tous les renseignements disponibles sur la consommation d'énergie et les frais de fonctionnement du bâtiment. Elle dresse une liste des méthodes susceptibles de permettre, dans la mesure du possible, le bon fonctionnement de l'école tout en économisant de l'énergie. Elle pourra établir un code réglementant l'utilisation de l'énergie et le comportement des occupants du bâtiment et s'efforcer de persuader tous ceux qui utilisent l'école de coopérer avec eux et de les aider.

Il est primordial que l'équipe obtienne des informations régulières (mensuelles) et à jour, afin de constater si les mesures prises en matière d'énergie modifient la consommation des diverses formes d'énergie servant au fonctionnement du bâtiment. Il est probable que l'équipe désirera réviser ces méthodes au fur et à mesure.

Une fois que l'équipe aura prouvé son efficacité, il est possible qu'un club d'économie d'énergie se crée dans chaque classe. Ces clubs pourront se tenir au courant, auprès de l'équipe-énergie, du succès de leurs efforts conjoints; l'équipe les encouragera à promouvoir la mise en application de bonnes pratiques énergétiques, à l'école et dans la communauté. Ces clubs, constitués de jeunes, peuvent devenir une force capable de modifier l'utilisation énergétique à long terme de la communauté. Ils pourraient certainement diminuer ou même supprimer les pénuries d'énergie, inévitables lorsque le gaspillage se perpétue. Leur constitution est passionnante et amusante.

6. Mettez sur pied un centre d'échange de renseignements sur les méthodes et projets d'économie d'énergie.

7. Encouragez les bibliothèques municipales à créer des salles ou des coins réservés aux problèmes d'économie d'énergie, où les personnes intéressées pourront facilement trouver des documents utiles.

8. Transmettez, à la bibliothèque municipale ou à celle de l'école, des informations, des livres, des articles sur les économies d'énergie.

9. Recommandez aux louveteaux, aux scouts, aux guides de la communauté de créer un insigne «économie d'énergie», dont vous ou l'équipe-énergie pourriez établir la description.

10. Tenez-vous au courant des violations du code d'éthique énergétique qui se produisent dans votre communauté. Envisagez les moyens d'action qui pourraient y remédier.

11. Restez au courant des mesures prises par les gouvernements fédéral et provinciaux en vous procurant et en lisant les publications gouvernementales. (Certaines de ces publications sont énumérées dans la bibliographie.) Essayez de savoir ce que planifient les paliers administratifs et soyez prêt à approuver ou à dénoncer publiquement les mesures qui augmentent ou diminuent les économies d'énergie.

12. Sachant que les connaissances et la compréhension des problèmes sont à la base de toute solution en matière d'énergie, augmentez votre compréhension des aspects techniques du problème. Les gens dotés de bonnes intentions perdent souvent une bataille par manque d'informations précises.

13. Ne pensez pas que vous ne puissiez apporter votre contribution sous prétexte que vous êtes isolé. De nombreux projets importants en matière d'économie énergétique ont été lancés par une seule personne.

14. Mettez sur pied un projet d'économie d'énergie local, en essayant par exemple de prévenir les ménages de votre communauté qu'en baissant le thermostat ils économisent du combustible. Laissez libre cours à votre imagination, afin de trouver les moyens de faire réaliser ces économies (lettres, étiquettes qui se collent sur le thermostat, etc.). Réalisez le projet.

15. Donnez le bon exemple par votre propre utilisation de l'énergie.

16. Engagez-vous sur le plan politique, en faisant campagne pour les candidats qui défendent de saines mesures d'économie d'énergie.

17. Certains prétendent que les Canadiens ont comme objectif de posséder au moins un exemplaire de tout ce qui existe sur terre. Vous pourriez étudier les moyens de partager les choses que l'on utilise peu fréquemment. Formez une coopérative scolaire des consommateurs. En diminuant les achats, vous effectuerez des économies d'énergie.

Généralement, un groupe présente une plus grande résistance aux forces adverses qu'un particulier. Les hommes politiques écoutent généralement avec plus d'attention les arguments exprimés par un grand nombre d'électeurs que ceux des particuliers; un groupe a donc plus de chance d'entraîner des modifications écologiques. Dans une allocution intitulée «*Working for Environmental Change*», lors de la conférence *Man-Environment Impact,* Monte Hummell, l'ancien directeur général de *Pollution Probe,* a énuméré les méthodes suivantes, utilisées par *Pollution Probe* (avec quelques légères modifications) :

1. Effectuer un travail de consultant, pour aider d'autres groupes à trouver des solutions viables.

2. Informer les autres (particuliers, écoles et communautés).

3. Participer à des comités gouvernementaux – et veiller à ce qu'ils prennent de bonnes décisions écologiques.

4. Recueillir des fonds pour promouvoir l'action entreprise.

5. Entreprendre les poursuites judiciaires jugées nécessaires.

6. Effectuer des recherches fondamentales sur un problème, puis rendre publiques les conclusions.

7. Se renseigner sur les études déjà réalisées sur le type de problème rencontré et s'en servir avec profit.

8. Faire de l'antichambre. Rencontrer des hommes politiques et essayer de les convaincre.

9. Utiliser les organes d'information – télévision, journaux, etc. – pour promouvoir les solutions viables.

10. Publier des documents – brochures, dépliants, livrets, etc. – et faire en sorte que les personnes dont il faut modifier l'opinion en reçoivent un exemplaire.

11. Donner l'exemple en matière d'économie d'énergie.

12. Demander que soient ouvertes des enquêtes par la municipalité sur les «cas écologiques» de la région.

13. Jouer cartes sur table avec l'opposition, rendre visite aux adversaires et «s'exprimer sans ambages».

Dans les années à venir, les municipalités et les gouvernements provinciaux et fédéral vont nous proposer de nombreuses réponses à nos problèmes énergétiques. Un bon nombre d'entre elles seront préjudiciables, proposées pour des raisons discutables. C'est notre devoir de les combattre. Un petit groupe peut avoir une grande influence, modifier et même mettre un terme à d'importants projets, s'il adopte les méthodes qui s'imposent au moment opportun.

> En tant qu'enseignants, nous avons une responsabilité bien particulière – nous ne pouvons être de simples observateurs – car nous devons essayer de dire à ceux qui prendront notre relève ce que nous voyons . . . Cela est très important!

8. Annexe : Énergie et puissance

On peut faire participer les élèves aux activités de la présente introduction d'*Énergie et société* sans qu'ils aient besoin d'une connaissance approfondie et spécialisée du terme *énergie*. À cet égard, les connaissances acquises en 7e année sont amplement suffisantes. Pour les enseignants qui désireraient, cependant, que leurs élèves aient une meilleure compréhension du terme, nous avons inclus une explication très succincte des notions d'*énergie* et de *puissance*. Même si la section permet d'améliorer la compréhension de cette partie, il ne s'agit cependant pas d'une lecture indispensable. Par contre, elle l'est pour la plupart des unités d'étude subséquentes.

★ Selon nos définitions précédentes, l'énergie est «ce qui fait fonctionner». La puissance, c'est le rythme ou le taux auquel s'effectue la conversion de l'énergie. Énumérez au moins 20 appareils ou machines qui «fonctionnent»; en face de chacun d'entre eux, indiquez le type de l'énergie motrice.

Voici quelques exemples des formes d'énergie :

1. un récipient plein d'essence (énergie *chimique*);
2. de l'eau dans un château d'eau (énergie *potentielle*);
3. une voiture qui se déplace (énergie *cinétique*);
4. une baignoire d'eau chaude (énergie *thermique*).

D'autres formes d'énergie sont l'énergie *sonore*, l'énergie *lumineuse* et la plus pratique de toutes : l'énergie *électrique*.

La plupart des objets que nous considérons comme des *consommateurs* d'énergie sont en fait des *convertisseurs* d'énergie et, malheureusement, des *gaspilleurs* d'énergie. Ainsi, une automobile transforme de l'énergie chimique en énergie cinétique, mais la plupart de cette énergie (toute l'énergie, en fin de compte) est convertie en énergie thermique, tandis qu'une certaine quantité d'énergie sonore, indésirable, est également produite.

★ Dressez un tableau sur le modèle suivant :

Tableau 1.7

Convertisseurs d'énergie	**Devant transformer de l'énergie _____ en énergie _____**		**Énergie perdue sous forme de _____**
automobile	chimique	cinétique	chaleur, son

Le premier exemple (automobile) a été rempli à votre place. Essayez d'autres exemples : chaudière, ventilateur électrique, centrale nucléaire, ampoule, centrale thermique (pétrole), freins de voiture, centrale hydro-électrique, radio, remonte-pente, pompe à eau, bicyclette, corps humain, plant de pommes de terre.

1 000M 100M 10M 5M 2M 1M 100K 10K 1K 500 200 100 50 20 10 5 2 1

Énergie potentielle – comparaisons

★La figure 1.11 regroupe quelques valeurs représentatives du montant d'énergie de divers objets. Regroupez-les dans un graphique à tuyaux d'orgue. Si vous éprouvez des difficultés, utilisez l'échelle logarithmique qui se trouve en marge de la feuille. (L'examen d'une règle à calcul ou la lecture d'un magazine d'électronique ou de radio vous indiqueront d'autres utilisations des échelles logarithmiques.)

Figure 1.11

Article	*Quantité d'énergie*	*Sorte d'énergie*
Balle de golf à hauteur de taille	1 J	énergie potentielle
Une pierre de curling glissant dans l'allée	200 J	énergie cinétique
Tasse de café	2 kJ	énergie thermique
Cuillerée de sucre	100 kJ	énergie chimique
Particulier, en haut de la tour du CN	200 kJ	énergie potentielle
Batterie de voiture chargée	2 MJ	énergie chimique
Hamburger d'un kg	10 MJ	énergie chimique
Baignoire d'eau chaude	15 MJ	énergie thermique
Voiture rapide	60 MJ	énergie cinétique
1 kg de charbon	200 MJ	énergie chimique
Réservoir d'essence	2 000 MJ (ou 2 GJ)	énergie chimique

Qu'est-ce que la puissance?

Pressé? Pour faire un travail plus rapidement, vous avez besoin de transformer l'énergie à un rythme accéléré. La puissance est le taux de conversion de l'énergie.

Quelques équivalents utiles :

Gigajoule (GJ) : 10^9 J
Gigawatt (GW) : 10^9 W

Figure 1.12

De même que

la vitesse est le rythme auquel une distance est couverte,

la puissance est le rythme auquel l'énergie est utilisée.

De même que

$$\text{vitesse} = \frac{\text{distance couverte,}}{\text{temps}}$$

$$\text{puissance} = \frac{\text{énergie consommée.}}{\text{temps}}$$

De même que

la voiture rapide est la voiture qui couvre une distance rapidement,

la voiture puissante est la voiture qui consomme rapidement de l'énergie.

De même que

la vitesse se mesure en m/s ou km/h,

la puissance se mesure en J/s ou kW.

1 J/s s'appelle un watt (W)
1 kW s'appelle un kilowatt (kW)

1 kW = 1 000W
1 MW = 1 000 000 W
= 1 000 kW
1 GW = 1 000 000 kW

De même que

vitesse x temps = distance

$$\frac{m}{s} \times s = m$$

puissance x temps = énergie

1 W x 1 s = 1 J
$1 \frac{J}{s}$ x 1 s = 1 J
1 kW·s = 1 000 J
et 1 kW·h = 3 600 000 J
= 3,6 MJ

Comparaison de la puissance de quelques convertisseurs d'énergie

★ Le tableau 1.8 indique la puissance de quelques convertisseurs d'énergie courants. Regroupez-les dans un diagramme à tuyaux d'orgue. Peut-être désirerez-vous y ajouter d'autres convertisseurs d'énergie. Si vous connaissez le terme *cheval vapeur,* n'oubliez pas que 1 CV = 746 W.

Tableau 1.8

Convertisseurs d'énergie	Puissance
Calculatrice électronique	3 W
Rasoir électrique	10 W
Ampoule	100 W
Cycliste	500 W
Cuisinière (Coleman)	2 kW
Cuisinière (électrique, domestique)	10 kW
Automobile	100 kW
Jumbo jet	200 MW
Centrale nucléaire de Pickering	2 000 MW
Consommation quotidienne d'énergie de l'humanité	6 600 000 MW
Soleil	$3{,}5 \times 10^{26}$ W

Calcul de la puissance

★ Faites remplir aux élèves le tableau suivant :

Tableau 1.9

	Énergie utilisée	Temps	Puissance
1. Four	80 000 J	40 s	
2. Poêle à frire	80 000 J	400 s	
3. Tondeuse à gazon	3,0 kW•h	2 h	
4. Tondeuse à gazon	0,75 kW•h	0.5 h	
5. Impala**	180 MJ*	20 min	
6. Chevette**	180 MJ*	50 min	
7. Ampoule		7 200 s	100 W***
8. Ampoule		2 h	0,1 kW***

* Montant d'énergie contenu dans 5L (un peu plus d'un gallon).
** Convertir les mégajoules en kilojoules et les minutes en secondes avant de répondre à ces questions.
*** Que remarquez-vous dans ces deux cas?

Nos esclaves énergétiques

On peut convertir l'énergie utilisée pour effectuer un travail en heures de travail produit par des esclaves.

Un homme fort peut effectuer environ $2{,}88 \times 10^6$ J de travail (2,88 MJ) dans une journée de 8 heures. S'il travaille 365 jours par an (pas de vacances pour les esclaves!), il effectuera 1,1 GJ au total. Si on convertit ce chiffre, on obtient 100 W, soit 100 J par seconde de travail.

Puissance d'un esclave = 100 W
$= 2{,}88 \times 10^6$ J/j
= 1,05 GJ/a (pan an)

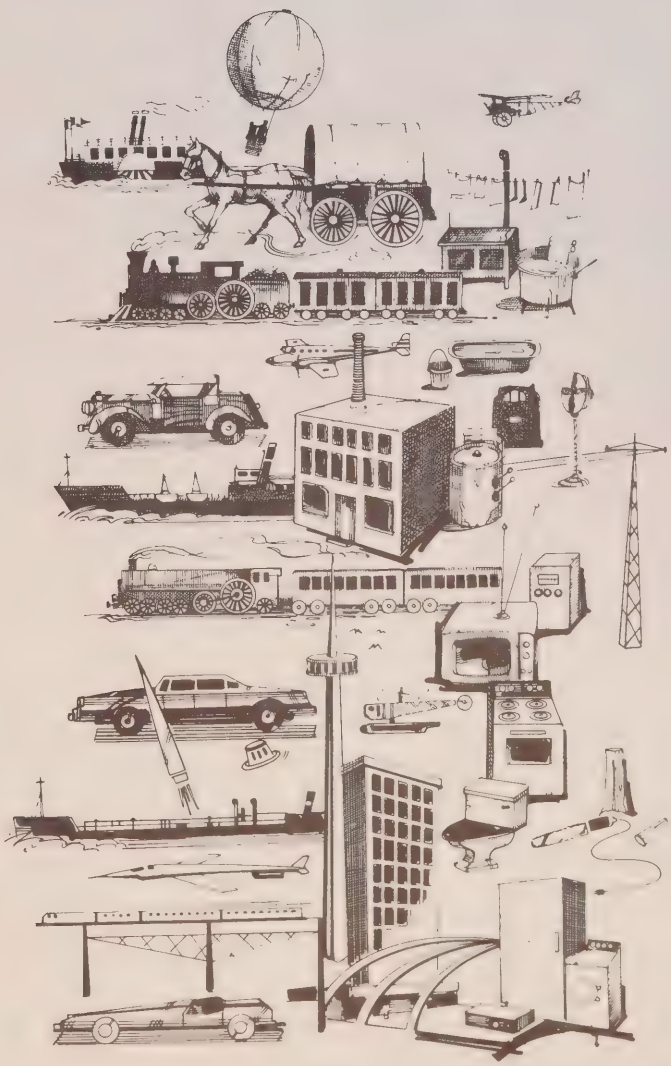
Un esclave travaillant continuellement = 100 W
$= 8{,}64 \times 10^6$ J/j
= 3,15 GJ/a

Vous auriez besoin de trois esclaves se relayant toutes les 8 heures pour maintenir continuellement ce rythme.

En 1974, chaque Canadien utilisait en moyenne environ 400 GJ dans l'année. Cela représente *127 esclaves travaillant continuellement,* soit environ 381 esclaves travaillant 8 heures par jour!

Esclaves énergétiques par habitant	Années
56	1940
59	1945
64	1950
65	1955
70	1960
84	1965
101	1970
127	1975
CHIFFRE INCONNU	1980

Esclaves énergétiques



9. Bibliographie

Canada. Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources. *Une stratégie de l'énergie pour le Canada : politique d'autonomie*. Ottawa, Imprimerie et Édition, Approvisionnements et Services Canada, 1976.

Conseil des sciences du Canada. *Conserver Society Notes 1:2* (décembre 1975). Ottawa, Conseil des sciences du Canada, 1975.

Ehrlich, Paul R. et Anne H. Ehrlich. *Population, Resources, Environment: Issues in Human Ecology*. 2e éd., San Francisco, W.H. Freeman and Company, 1972.

Gabel, Medard *et al*. *Energy, Earth and Everyone: A Global Strategy for Spaceship Earth*. San Francisco, Straight Arrow Books, 1975.

Monaghan, Marshall M, *et al. A Comparative Approach to Reclamation Systems: A Municipal Solid Waste Management Study*. Toronto, The Pollution Probe Foundation, 1975.

Morrow, Robert *et al*, dir. *Values Education: A Resource Booklet*. Toronto, Ontario Secondary School Teachers' Federation, 1976.

Terry, M. et P. Witt. *Energy and Order: A High School Teaching Sequence*. San Francisco, Friends of the Earth Foundation, 1976.

Valaskakis, Kimon, Peter S. Sindell et J. Graham Smith. *La société de conservation : le rapport-synthèse*, vol. 1 du *Projet de la société de conservation : rapport de la phase II*. Montréal, Gamma, 1976.

Table des matières

Introduction	2
1. Rôle du chauffage	2
2. Pourquoi économiser l'énergie consacrée au chauffage?	7
3. Comment économiser l'énergie consacrée au chauffage?	22
4. Économie d'énergie consacrée au chauffage – plan d'action	34
5. Bibliographie	36

★Une étoile placée en marge du texte signale les exercices pour les élèves.

Introduction

Dès que les jours commencent à raccourcir et l'hiver à s'installer, les appareils de chauffage sont mis en marche et utilisés plusieurs heures par jour afin de conserver dans les pièces une température agréable. Ils consomment d'énormes quantités de carburants fossiles puisés à même les réserves de pétrole limitées de l'ouest du Canada et expédiés ou acheminés par pipelines, ou importés à grands frais des autres pays producteurs de pétrole. Dans l'ensemble, notre conception du chauffage des maisons est extravagante et nous fait gaspiller beaucoup d'énergie. Malheureusement, nous ne pouvons plus nous permettre ce type d'extravagance et de gaspillage, car les carburants non renouvelables sont pratiquement épuisés. Nous devons tous nous efforcer d'adopter des mesures qui permettent d'économiser les carburants fossiles et, ce faisant, de faciliter la recherche par le Canada de nouvelles sources d'énergie acceptables.

La présente unité d'étude est consacrée à l'ensemble des mesures qui, mises en pratique par les foyers ontariens, pourraient diminuer de 30 à 40% la consommation totale d'énergie ontarienne consacrée au chauffage; elle traite tout particulièrement de l'isolation, des coupe-bise, du calfeutrage, du réglage des chaudières et de celui des thermostats.

En effectuant les exercices présentés, les élèves apprendront les règles de base pour économiser l'énergie consacrée au chauffage. Ils seront également amenés à réfléchir à leurs habitudes actuelles de chauffage en fonction de leurs valeurs et de celles des autres élèves de la classe. Ces connaissances, mises au service d'une saine conception de leurs responsabilités, devraient – nous l'espérons – leur permettre d'améliorer le mode de chauffage de leur maison et influer sur l'attitude actuelle de la collectivité en matière de chauffage.

L'unité d'étude se penche en fait sur quatre questions fondamentales dans le domaine du chauffage résidentiel :

1. Certains impératifs physiologiques nous forcent-ils à chauffer l'air ambiant dans lequel nous vivons?
2. Nous faut-il réellement économiser l'énergie que nous consacrons au chauffage?
3. Comment peut-on réaliser cette économie?
4. Comment pouvons-nous aider les gens autour de nous à en faire autant?

1. Rôle du chauffage

Pour pouvoir vivre, nous devons continuellement transformer de l'énergie alimentaire en une autre forme d'énergie qui nous permet de croître et de bouger. Le mécanisme même de transformation libère énormément d'énergie thermique. Cette énergie, en quittant nos cellules (et finalement notre corps), réchauffe notre sang et, par son intermédiaire, tous les autres tissus. Nous ne pourrions survivre si la température de notre corps descendait nettement au-dessous de 37°C, car l'activité cellulaire se ralentit à basse température : si la chute thermique se prolonge, la mort est inéluctable. Étant donné nos hivers froids de l'Ontario, l'énergie thermique dégagée de notre corps doit être compensée par celle qu'il engendre. Voici quelques exercices qui vont vous permettre de constater et d'évaluer la quantité d'énergie thermique libérée par votre corps dans l'atmosphère.

De quelle quantité de chaleur votre corps a-t-il besoin pour fonctionner normalement?

★Le premier exercice consiste à prendre un bain tous les soirs, non pas une douche. Remplissez suffisamment la baignoire d'eau pour que vous puissiez complètement vous y immerger; faites couler l'eau à la température de votre choix. Restez quinze minutes dans la baignoire, en ajoutant régulièrement de l'eau chaude afin de maintenir la température initiale. Répétez l'expérience tous les soirs, en abaissant chaque fois la température de 2°C, jusqu'à ce que vous jugiez la température trop froide. Inscrivez vos résultats sur un tableau semblable au tableau 2.1 et comparez vos conclusions à celles des autres élèves qui ont effectué la même série d'expériences.

Tableau 2.1

Relevé des températures et des réactions du corps

Bain	Température	Description de vos réactions
1	T_1 = ___°C	
2	$T_2 = T_1 - 2°C$	
3	$T_3 = T_1 - 4°C$	
4	$T_4 = T_1 - 6°C$	
etc.	etc.	

Répondez aux questions suivantes :

1. Certains supportent-ils des températures plus basses que d'autres? Si oui, pourquoi?
2. Vous est-il arrivé de frissonner? À quelle température? Quelles sont les causes de ce réflexe?
3. À votre avis, quelle est la température ambiante à laquelle vous pouvez prendre votre bain sans avoir froid?

Bien-être et température ambiante dans un climat tempéré

★Nous sommes des êtres à sang chaud : il nous serait donc difficile de survivre nus ailleurs que dans des régions tropicales ou semi-tropicales. Pourtant, nous avons trouvé certains moyens de maintenir, dans les climats tempérés, la température ambiante à un niveau compatible avec la vie. Décrivez de quelle façon on peut maintenir la température de l'air ambiant à un niveau qui n'incommode pas nos corps et qui soit adapté aux diverses activités d'une journée d'hiver normale.

Notre corps est un radiateur

Un élève de taille moyenne, vaquant à ses occupations scolaires habituelles, dégage environ 0,36 MJ d'énergie thermique par heure, soit l'énergie thermique dégagée en une heure par une ampoule de 100 W (vérifiez les calculs de la figure 2.1).

Figure 2.1

Conversion des watts en joules et en mégajoules

$$100\ \text{W} = 100\ \frac{\text{joules}}{\text{secondes}} = 100\ \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

En 1 heure, nous avons donc :

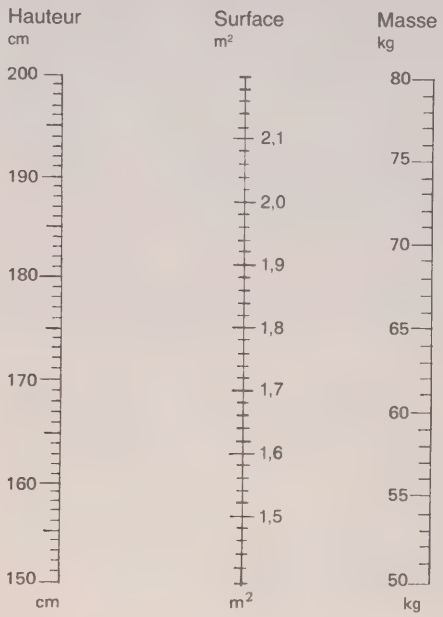
$$1\ \text{h} \times \frac{60\ \text{min}}{\text{h}} \times \frac{60\ \text{s}}{\text{min}} \times \frac{100\ \text{J}}{\text{s}} = 360\ 000\ \text{J}$$

$$= 0{,}36\ \text{MJ}$$

★En plaçant une main près d'une ampoule de 100 watts éclairée et l'autre à une distance égale de son visage, on peut constater que l'ampoule est beaucoup plus chaude. Pourquoi? Calculez (ou estimez) la superficie de l'ampoule. Par ailleurs, on peut calculer la superficie de son corps à l'aide de la figure 2.2. Quelle est la chaleur que dégagent l'ampoule et le corps en mégajoules par mètre carré par heure [MJ/(m^2·h)]?

Figure 2.2

Détermination de la superficie corporelle



Voici la façon de calculer approximativement votre superficie corporelle. L'indication de votre superficie corporelle se trouve à l'intersection de l'échelle du milieu et d'une ligne joignant votre hauteur sur l'échelle de gauche à votre masse (sans les vêtements).

Comment déterminer la dépense d'énergie thermique pour une semaine?

★1. Remplissez le tableau 2.2 en calculant le nombre de mégajoules par mètre carré par heure que dégage un homme durant les activités énumérées. Utilisez la colonne centrale pour inscrire vos réponses.

2. La liste suivante donne une indication du nombre d'heures consacrées en moyenne chaque semaine par un élève aux activités énumérées :

Sommeil	56 heures
Activités sédentaires de faible intensité	32 heures
Se laver, s'habiller, etc.	4 heures
Jouer avec le petit frère ou la petite soeur	2 heures
Travaux domestiques de faible intensité	8 heures
Marcher	10 heures
Jardiner	3 heures
Activités s'effectuant debout	7 heures
Télévision	3 heures
Nombre total d'heures consacrées au travail scolaire, y compris les devoirs à la maison	43 heures

À l'aide des valeurs numériques du tableau 2.2, déterminez l'énergie thermique dégagée en une semaine par un homme de 70 kilos accomplissant les activités énumérées. Pendant combien de temps une ampoule de 100 watts devrait-elle fonctionner pour dégager la même quantité d'énergie thermique?

3. Calculez approximativement la quantité de chaleur que dégage votre corps durant une semaine en multipliant l'énergie thermique dégagée par l'homme de 70 kilos dans la semaine par le rapport de vos masses.

4. Faites une estimation de la quantité totale d'énergie thermique que dégagent vos camarades au cours d'une séance de lecture en bibliothèque.

Tableau 2.2

Quantité approximative d'énergie dégagée par un adulte de sexe masculin pesant 70 kilos et mesurant 175 cm.

Activité	MJ/h	MJ ($m^2 \cdot h$)	Énergie thermique dégagée par cet homme (en MJ/semaine)
Sommeil	0,26		
Assis dans une attitude de repos	0,42		
Assis, mouvements avec les bras et les jambes de faible amplitude (par exemple, jouer du piano, conduire une voiture)	0,63		
Debout, travail de faible intensité à une machine ou à un établi, utilisation des bras	0,63		
Assis, mouvements intenses des bras et des jambes	0,76		
Debout, travail de faible intensité à une machine ou à un établi, quelques déplacements	0,74		
Déplacements ponctués d'efforts modérés pour soulever ou pousser des objets	1,27		
Efforts violents, intermittents, pour soulever, pousser ou faire rouler des objets (par exemple, travail au pic et à la pelle)	1,85		
Travail soutenu et violent	2,32		
		Total _____	____MJ/semaine

Le tableau précédent indique les quantités approximatives d'énergie dégagées par un homme de 70 kilos mesurant 175 cm. Les chiffres varient considérablement en fonction de la condition physique de l'individu, de son état affectif, de la température, etc. Les chiffres indiquent l'énergie thermique dégagée pendant une heure d'activité soutenue, sans période de repos.

Perte de chaleur et salles de classe démontables

Il n'est pas rare de voir, en Ontario, des salles de classe démontables entourant une école élémentaire. Certains de ces bâtiments sont très mal isolés et entraînent d'énormes gaspillages d'énergie thermique. Exemple : une salle de classe démontable mesure 10 m × 10 m × 3 m. Elle comporte deux portes moyennes, des fenêtres sans contrechâssis faisant environ 4 m^2 au total et repose sur une dalle de ciment. Le tableau 2.3 indique les pertes approximatives d'énergie thermique (par les différents éléments de la salle) en mégajoules par heure (MJ/h), lorsque la température extérieure est de −18°C, la température intérieure de 21°C et le vent de 24 km/h.

★ Combien de litres de mazout nº 2 faut-il utiliser par heure pour chauffer la classe si elle n'est pas isolée? Combien en faut-il si elle est isolée? Un litre de mazout nº 2 dégage 38,7 MJ.

Quelle économie d'énergie l'isolation permet-elle de réaliser en litres par heure de mazout nº 2? Combien faudrait-il d'élèves pour que leur chaleur corporelle compense la chaleur perdue dans les deux cas? (On suppose que les élèves dégagent en moyenne 0,36 MJ/h.) À combien s'élèverait réellement la quantité de mazout économisée, en supposant que la chaudière fonctionne parfaitement (soit un rendement de 75%)? Peut-être pourriez-vous vous renseigner sur l'architecture mise au point par les Japonais qui permet de chauffer les maisons presque exclusivement avec la chaleur corporelle des occupants.

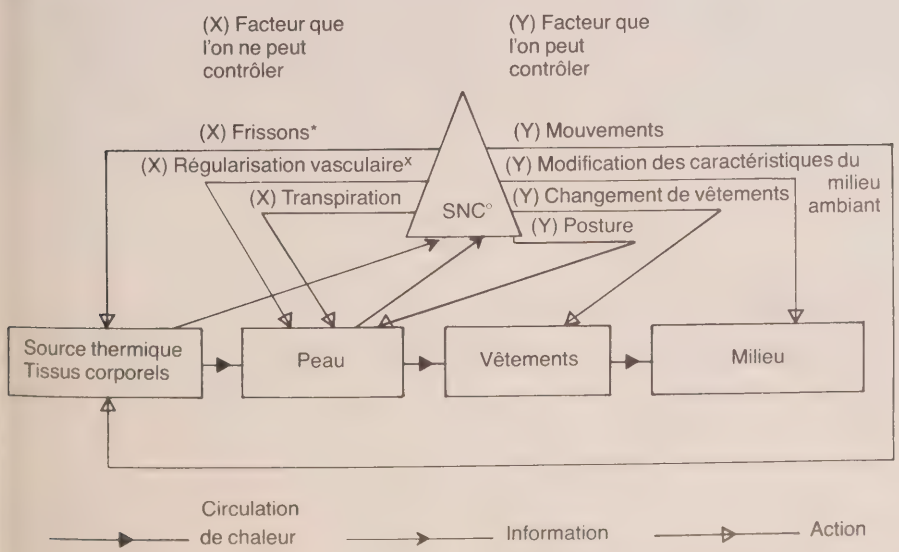
Tableau 2.3

Perte d'énergie thermique (en MJ par heure) d'après notre exemple de la salle de classe démontable

Éléments de la salle	Non isolés	Bien isolés
Plafond	23	1,7 (25 cm de matériel isolant)
Murs	25	4,4 (14 cm de matériel isolant)
Portes	78	2,0 (contre-portes)
Fenêtres	47	1,2 (trois vitres)
Sol	8	5,2 (isolé)
Total	181 MJ/h	14,5 MJ/h

1 L de mazout nº 2 contient 3,87 x 10^7 J.

Figure 2.3



*Les mouvements musculaires déclenchés par les frissons augmentent la chaleur corporelle.

[x]Lorsque les vaisseaux sanguins se contractent, l'irrigation de la peau diminue, ce qui réduit du même coup les pertes de chaleur. L'opposé se produit lorsque les vaisseaux sanguins se dilatent.

°Système nerveux central.

En quoi la température ambiante modifie-t-elle notre comportement?

La figure 2.3 schématise des mécanismes qui expliquent souvent notre comportement en matière de chaleur. Par exemple, la nuit, lorsque la température tombe, nous changeons de posture pour conserver notre chaleur : nous nous recroquevillons afin de diminuer la perte de chaleur qui s'effectue par la peau. Autre exemple : si nous avons froid aux pieds, nous faisons des séries de petits sauts sur place.

★ Mettez au point une série d'expériences afin de déterminer les réactions des gens à une modification du milieu ambiant, en particulier à un changement de température. Vous pourriez, par exemple, après avoir demandé la permission et l'appui du directeur de l'école et du responsable de l'entretien des bâtiments, mettre la température un jour à 23°C par exemple, puis la rabaisser progressivement dans les jours suivants à 17°C. Il vous suffirait alors d'observer les changements de posture et d'habillement des élèves en classe de lecture, par exemple, pendant toute la période d'expérimentation. Vous pourriez établir la température à laquelle les élèves se sentent à l'aise pour travailler à l'aide d'un questionnaire («beaucoup trop chaud», «trop chaud», «chaleur agréable», «ni chaud ni froid», «assez frais, mais agréable», «trop frais» et «beaucoup trop froid»). Si les changements de température à l'échelon de l'école posent trop de problèmes, l'expérience peut s'effectuer dans une seule salle.

Énergie thermique et degrés-jours

L'habillement, les mouvements et la posture peuvent modifier la température corporelle; le recours à ces seuls facteurs n'est cependant pas suffisant pour permettre à la population de résister aux hivers ontariens. L'air des bâtiments dans lesquels nous vivons doit absolument être chauffé. L'énergie thermique consacrée au chauffage est proportionnelle au froid que connaît la région dans laquelle se trouve le bâtiment.

Les spécialistes en chauffage utilisent le degré-jour comme unité de mesure du froid et, partant, des besoins en combustible d'une région. Le nombre de degrés-jours est déterminé en soustrayant quotidiennement la température moyenne de la journée de 18°C. Si la température maximale est, par exemple, de 15°C et la température minimale de 4°C, la température moyenne pour la journée est de 10°C. Si l'on soustrait cette moyenne de 18°C, on obtient 8 degrés-jours. Le nombre de degrés-jours est nul lorsque la température moyenne est supérieure à 18°C. La quantité d'énergie requise pour maintenir la température intérieure de votre maison à environ 21°C, lorsque la température extérieure est au-dessous de 18°C, est à peu de chose près proportionnelle à la différence entre 18°C et la température extérieure. Ce mode de calcul repose, toutefois, sur l'hypothèse suivante : les bâtiments ne sont pas chauffés lorsque la température moyenne extérieure est d'au moins 18°C. Les données du tableau 2.4 et de la figure 2.4 (chiffres approximatifs) sont extraites de relevés météorologiques. Le symbole de l'unité degré-jour est °C•j.

Figure 2.4

Degrés-jours en Ontario

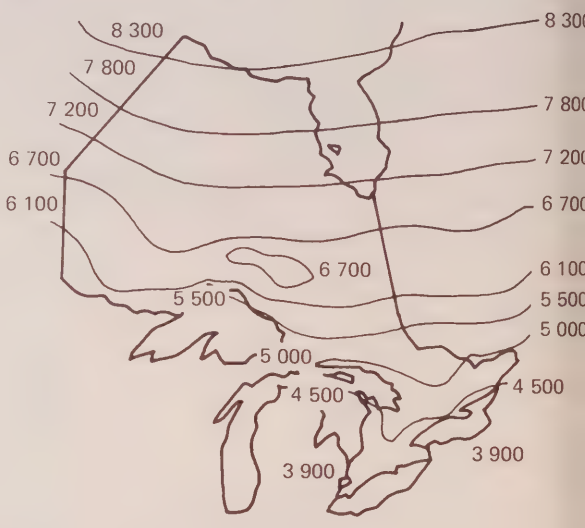


Tableau 2.4

Nombre approximatif de degrés-jours
(°C•j)
(On peut se procurer des chiffres très précis auprès du bureau météorologique local.)

Endroit	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Total annuel
Huntsville	28	57	130	320	520	780	860	770	690	420	210	65	4 800
Kapuskasing	74	110	240	410	670	1 000	1 100	960	850	520	320	140	6 400
Moosonee	98	120	250	450	710	1 040	1 200	1 000	940	620	400	190	7 000
Ottawa	11	30	130	300	510	800	900	780	660	380	190	47	4 700
Toronto	4	9	78	220	420	620	700	620	550	330	170	36	3 800
Windsor	3	9	70	210	420	620	700	610	526	300	150	31	3 600

2. Pourquoi économiser l'énergie consacrée au chauffage?

Comparaison de la consommation d'énergie en divers endroits de l'Ontario

La quantité d'énergie thermique requise pour maintenir à un niveau satisfaisant la température intérieure d'une maison est à peu de chose près proportionnelle au nombre annuel de degrés-jours dans cette région.

Si une maison consomme 1 Tj (térajoule) en énergie de chauffage annuellement à Windsor, combien cette même maison en utiliserait-elle, environ, à Toronto, à Moosonee, à Ottawa, à Kapuskasing ou à Huntsville?

Calcul du nombre de livraisons de mazout

Vous habitez la région d'Ottawa et votre consommation moyenne de mazout a été de 5 000 L/a (litres par année) au cours des six dernières années. Votre réservoir à mazout peut contenir 900 litres. Il a été rempli le 1er juillet.

1. Soit 200 litres de mazout le minimum que vous désirez conserver en permanence comme marge de sécurité, calculez le nombre de livraisons au cours de l'année ainsi que les dates de livraison. (Utilisez le tableau 2.4.)

2. Si le débit du vaporisateur du brûleur est réglé à 5 L/h, pendant combien d'heures le moteur du brûleur fonctionnera-t-il chaque année?

3. Quelle sera la dépense en énergie électrique, si le moteur du brûleur fonctionne sur 115 V avec une intensité de 12 A? Consultez la quatrième partie sur l'électricité et l'énergie, si nécessaire.

4. Calculez le nombre et les dates précises des livraisons pour votre région de l'Ontario, en supposant que votre consommation de mazout est de 4 000 L/a et la capacité de votre réservoir de 700 L.

Chaleur et réactions du corps

Le corps humain a du mal à résister aux très basses températures. Consultez la bibliothèque et rédigez un rapport sur les réactions du corps humain exposé, nu, à des températures au-dessous de 0°C. Incluez également dans votre rapport une étude des fonctions de l'hypothalamus, des récepteurs de la peau, du resserrement des vaisseaux sanguins, de l'effort cardiaque, des réflexes musculaires (frissons) et de la production interne de chaleur. Vous pouvez également faire des recherches sur la situation inverse : nos réactions physiologiques dans les cas de températures élevées.

Nos réserves de pétrole et de gaz naturel s'épuisent-elles réellement? Quelle est la gravité de la pénurie des combustibles fossiles? Devons-nous modifier notre mode de vie? Cette deuxième section vise à répondre à ces questions. On y réfère aux prévisions du gouvernement fédéral en matière de demande et d'approvisionnement énergétiques au Canada. Certaines techniques utilisées relatives à l'éducation des valeurs permettront aux élèves d'examiner et de clarifier leurs valeurs actuelles en matière de chauffage.

Dans quelle mesure les gens s'intéressent-ils au problème de l'épuisement des ressources énergétiques?

Dans 88% des cas, les Canadiens chauffent leur maison au gaz ou au mazout, ce qui se traduit par une consommation énorme de ces ressources; voilà pourquoi il nous faut absolument adopter des mesures d'économie en matière de chauffage. Malgré cela, beaucoup de Canadiens se croient incapables de diminuer leur consommation de combustibles fossiles ou n'en voient pas la nécessité. D'autres estiment que l'épuisement des ressources mondiales de combustibles fossiles rend obligatoires les mesures d'économie. Qu'en pensez-vous? Pouvez-vous personnellement contribuer à l'application des mesures d'économie?

★ Indiquez votre opinion personnelle en traçant un X sur la droite des valeurs de la figure 2.5, bornée à gauche par : «*Il n'y a rien que je puisse faire. Cela ne me concerne pas. Mes objectifs en matière d'économie sont nuls*» et à droite par : «*J'ai un rôle important à jouer. Cela me concerne directement. Je me suis fixé un objectif de 50 pour cent d'économie*». Énumérez les raisons de votre choix (emplacement du X) et discutez-en avec les autres membres de votre classe ou de votre groupe.

Après avoir complété cette unité d'étude sur l'énergie consacrée au chauffage pour créer une atmosphère semi-tropicale, veuillez recommencer l'exercice.

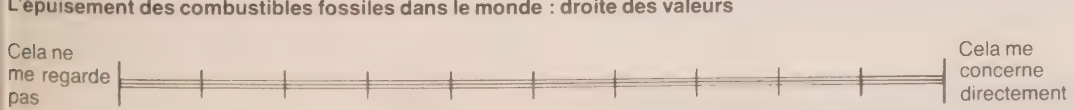
L'ère du pétrole : une fraction de seconde perdue dans la nuit des temps?

Pour la plupart d'entre nous, une «éternité» se mesure en dizaines d'années. C'est à peine si nous connaissons le mode de vie de nos grands-parents ou, dans le meilleur des cas, de nos arrière-grands-parents. Peu de personnes sont capables de penser en milliers d'années. Il le faut cependant pour traiter de l'ère des combustibles fossiles.

La présence de l'homme sur la terre – un million d'années, selon les découvertes les plus récentes – fournit un excellent point de comparaison pour évaluer l'ère du pétrole, combustible non renouvelable qui s'épuise très rapidement. C'est en 1857, d'un petit puits creusé à main d'homme en Ontario, que jaillit pour la première fois du pétrole au Canada. Nous pouvons donc dire que l'ère du pétrole dure depuis 120 ans. Si l'on représente l'ère humaine par une ligne de 25 mètres, celle du pétrole est égale à 3 mm. Si les réserves de pétrole sont suffisantes pour durer encore 40 ans, ce qui n'est même pas prouvé, la ligne fera 1 mm de plus.

Figure 2.5

L'épuisement des combustibles fossiles dans le monde : droite des valeurs



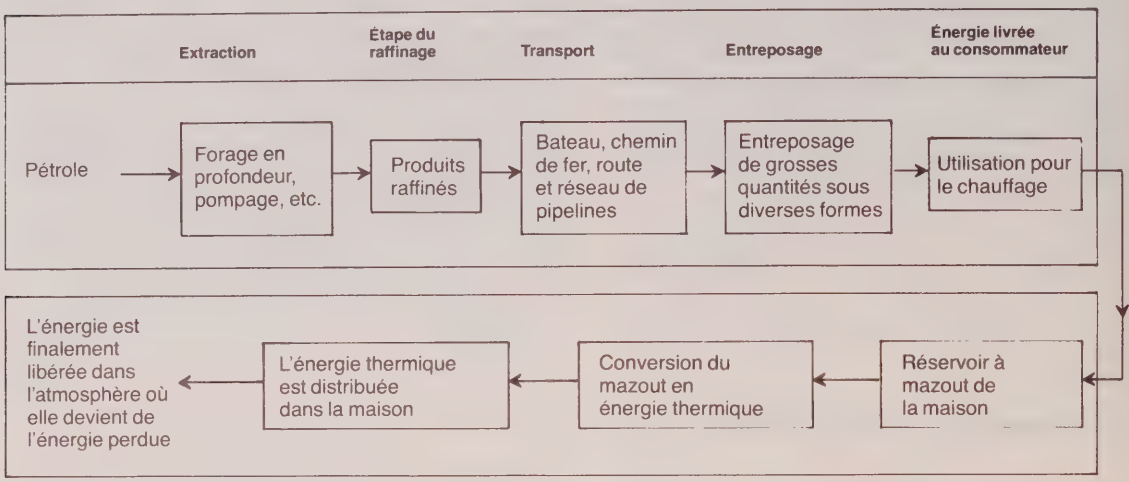
Indiquez votre opinion en inscrivant un X à l'endroit approprié

★ Déroulez 25 m de ficelle ou de corde autour de la classe; mesurez 4 mm à partir d'une extrémité et collez-y du ruban adhésif. Vous avez maintenant une idée exacte de l'importance de l'ère du pétrole par rapport à celle de l'homme.

Énumérez six questions qui vous viennent à l'esprit après cette démonstration. Essayez d'établir les réponses possibles à ces questions. Devrions-nous nous inquiéter de l'épuisement de nos ressources pétrolières?

Figure 2.6

Système de l'énergie consacrée au chauffage – pétrole



Du pétrole brut à l'atmosphère

★ Faites une liste des diverses étapes du système de l'énergie consacrée au chauffage – pétrole que l'on peut voir sur la figure 2.6. À côté de chaque étape (transport, raffinage, etc.), mettez en évidence la dégradation d'énergie qui se produit. Si votre chaudière à mazout a un rendement de 60%, combien d'unités d'énergie sont gaspillées pour 60 unités d'énergie converties en vue de chauffer la maison? Quel est le rendement total du système?* Que pensez-vous, à présent, de l'adage : «On n'a jamais rien pour rien»?

Prévisions en matière d'offre et de demande de pétrole

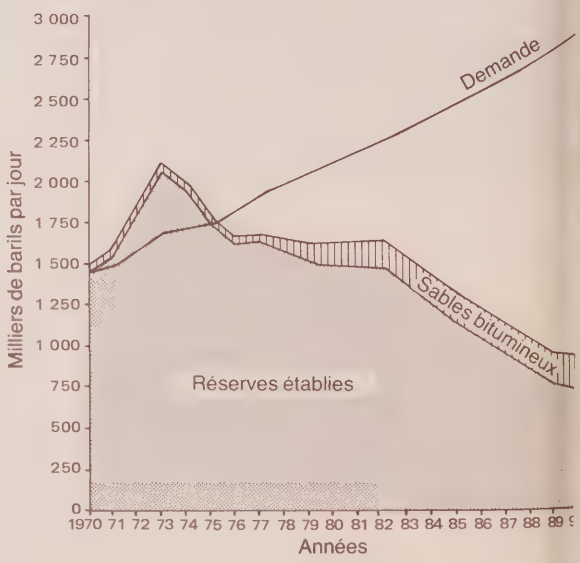
★ Les figures 2.7 et 2.8 sont des prévisions en matière de demande et de disponibilités intérieures de pétrole au Canada. La figure 2.7 prend pour hypothèse que les prix du pétrole canadien resteront relativement bas par rapport aux prix internationaux, tandis que la figure 2.8 prend pour hypothèse que les prix augmenteront jusqu'à ce qu'ils égalent (aux environs de 1979) les prix internationaux. Les sommes supplémentaires seraient en partie consacrées par les compagnies de pétrole à l'exploration et à l'exploitation de nouvelles sources de pétrole.

1. À l'aide de la figure 2.7 ou 2.8, faites une estimation du nombre de barils de pétrole par jour qui pourraient être produits en 1990 à partir des réserves actuellement connues, les seules dont on soit sûr.

2. Combien de barils de pétrole par jour aurions-nous besoin en 1990? Pourquoi la demande est-elle plus forte dans le cas du scénario de bas prix?

Figure 2.7

Demande et disponibilités intérieures : pétrole, 1970-1990 (scénario bas prix)



* Selon des estimations, pour 100 litres de mazout que l'on vous livre à domicile, il faut compter 13 L de mazout ou l'équivalent absorbés par les étapes intermédiaires entre la production et le remplissage de votre réservoir.

3. Combien de barils de pétrole par jour le Canada devrait-il importer en 1990 dans les deux cas? D'où viendrait le pétrole?

4. Si le prix international d'un baril de pétrole brut était de $25 en 1990, combien le Canada dépenserait-il environ pour du pétrole en 1990 dans chacun des cas? Combien le Canada parviendrait-il à économiser en 1990 si les prix du pétrole atteignaient les cours internationaux?

5. Évaluez la possibilité que le Canada dépende entièrement des importations de pétrole. Si le Canada pouvait exporter des Cadillacs en échange du pétrole fourni par l'Organisation des pays exportateurs de pétrole (OPEP), combien lui faudrait-il en envoyer, en 1990, en supposant que chacune d'entre elles coûte $20 000 et que le baril de pétrole soit vendu à $20?

6. Examinez le tableau 2.5. Combien de barils de pétrole par jour pourrait-on extraire en 1990 des sables bitumineux selon les deux scénarios? Comment s'explique la différence dans les prévisions?

Tableau 2.5

Comparaison des futures sources éventuelles de pétrole au Canada

Source	Commentaires
Régions établies	On s'attend à très peu de découvertes dans les régions de production actuelles de l'ouest du Canada.
Amélioration des techniques de récupération dans les régions établies	On prévoit que leur prix de revient sera élevé et leur mise au point longue; leur apport sera sans doute négligeable.
Régions éloignées : 1. Régions au large des côtes – Atlantique et Est	• Absence, pour l'instant, de réserves prouvées. • Absence de techniques permettant d'extraire le pétrole dans des eaux prises par les glaces. • Absence de système de transport adapté aux conditions pour amener le pétrole brut jusqu'aux marchés.
2. Région du Nord – en particulier l'ouest de l'Arctique	Cette région est la plus prometteuse. Tout dépend des sommes qui seront investies dans l'exploration et l'exploitation de nouvelles réserves. L'acheminement de ce pétrole brut jusqu'aux marchés est fonction de la mise au point de systèmes de transport respectant l'environnement. Plusieurs problèmes restent à régler : les droits des autochtones, la location des terres et la mainmise étrangère.
Sables bitumineux	D'énormes quantités de pétrole se trouvent dans le sable. Les techniques actuelles d'extraction sont très coûteuses (un milliard de dollars pour 125 000 barils par jour) et consomment énormément d'énergie (23 unités d'énergie pour produire 100 unités de pétrole, contre 4 à 7 unités d'énergie pour 100 unités de pétrole extraites selon les techniques classiques).

Les frais de livraison du pétrole au consommateur

★ L'acheminement du pétrole canadien jusqu'au consommateur coûtera, à l'avenir, beaucoup plus cher en énergie. En vous reportant au système de l'énergie consacrée au chauffage – pétrole (figure 2.6) et au tableau 2.5, expliquez les raisons pour lesquelles il faudra probablement consommer plus de 13 unités d'énergie pour 100 unités de pétrole – soit la moyenne actuelle – pour livrer le pétrole jusque dans nos réservoirs.

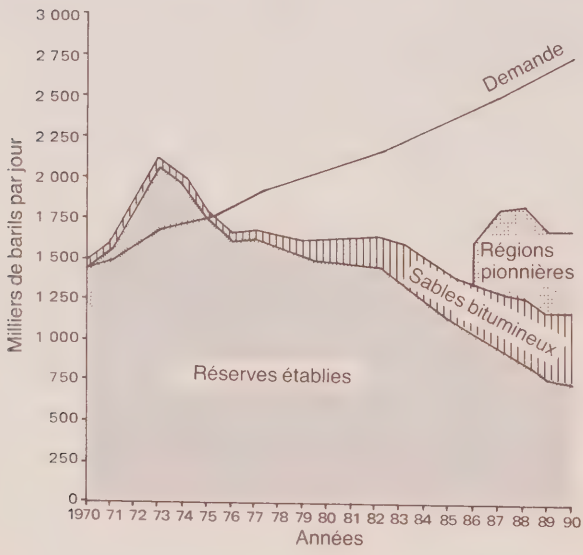
Peut-on recycler les combustibles fossiles?

Le rendement moyen de la plupart des chaudières des foyers ontariens se situe entre 50% et 60%. Cela signifie que pour 100 unités d'énergie thermique potentielle contenues dans un litre de mazout livré dans vos réservoirs, 50 à 60 seulement sont transformées en unités thermiques réellement employées au chauffage de votre maison. La perte totale provient en partie de la perte de rendement inhérente à tout brûleur de chaudière qui ne peut convertir totalement l'énergie du mazout en énergie thermique, en partie de la perte de rendement entraînée par le type de brûleur utilisé, en partie du mauvais réglage de la chaudière et en partie des pertes de chaleur par la cheminée et par le sous-sol.

★ En quoi se transforme finalement l'énergie thermique des combustibles fossiles consacrée au chauffage? Analysez l'énoncé suivant : «Les combustibles fossiles dont on se sert pour le chauffage ne peuvent être recyclés; ils sont irrécupérables.»

Figure 2.8

Demande et disponibilités intérieures : pétrole, 1970-1990 (scénario prix élevé)



Comment peut-on modifier un état d'esprit national?

Comment peut-on modifier l'état d'esprit des Canadiens afin qu'ils se mettent à économiser les ressources énergétiques et à gérer prudemment nos ressources en voie d'épuisement au lieu de les *brûler* sans discernement et sans restriction?

★ Analysez cette déclaration et essayez d'y répondre après l'avoir appliquée aux combustibles fossiles.

Utilisation de l'énergie en vue de chauffer et de refroidir

Après l'augmentation du prix du pétrole en 1973, un certain nombre d'études ont été entreprises, dont voici les résultats. Les chiffres reposent sur des mesures réelles et comprennent les dispositifs de climatisation.

Tableau 2.6

Enquêtes	Consommation annuelle d'énergie par mètre carré
Enquête de l'Hydro-Ontario – 80 immeubles à bureaux de Toronto	15 MJ
Enquête de l'Hydro-Ontario – bâtiments les plus récents seulement	18 MJ
Enquête de l'Hydro-Ontario – hôtels	20 MJ
Enquête du B.C. Hydro – 25 immeubles à bureaux de Vancouver	21 MJ
Enquête sur les bâtiments du gouvernement fédéral	29 MJ
Estimations d'ingénierie	
commerce de gros et de détail	20 MJ
bâtiments scolaires	13 MJ

★ La multiplication spectaculaire des centres commerciaux complètement couverts ou souterrains est un phénomène canadien récent. Ce type de centre transforme nos hivers glacés canadiens en climats semi-tropicaux qui permettent aux clients de se promener sans manteau d'un magasin à l'autre. Il doit être assez difficile d'arriver à estimer la surface de votre centre commercial local et la quantité approximative d'énergie consommée annuellement. Pourquoi n'essaierions-nous pas malgré tout?

★ 1. Supposons qu'il existe 300 centres commerciaux de ce type en Ontario ayant à peu près la même superficie que votre centre local, quelle est leur consommation annuelle d'énergie? Exprimez cette quantité en litres de mazout. Que pensez-vous de cette utilisation de combustibles fossiles? N'oubliez pas que sans la protection de ces centres commerciaux, les façades et les portes des magasins seraient en contact direct avec le froid de l'extérieur.

★ 2. Énumérez les centres commerciaux ou résidentiels dont une surface importante vous semble chauffée inutilement. Utilisez les chiffres précédents pour évaluer la quantité d'énergie gaspillée.

Réduction de la consommation canadienne de pétrole

Le gouvernement fédéral a récemment publié plusieurs brochures dans lesquelles il expliquait aux Ontariens le bien-fondé d'une économie d'énergie consacrée au chauffage. En fait nous croyons presque tous à la nécessité de faire une telle économie . . . à des degrés divers. Pour certains, c'est tout simplement l'occasion d'économiser de l'argent; pour d'autres, de ménager nos ressources afin de prévenir des pénuries; pour une troisième catégorie de personnes enfin, d'opter pour un nouveau mode de vie.

1. Analysez ces trois conceptions du problème de l'énergie et comparez-les à la vôtre.

2. Répondez aux deux questions suivantes : a) Combien de barils de pétrole le Canada économiserait-il en 1985 s'il diminuait sa consommation de 10%? b) En fixant le prix du baril à $15, à combien se chiffrerait en dollars la diminution des importations? (Cf. figures 2.7 et 2.8. Répondez aux deux questions pour les deux scénarios.)

Pouvons-nous contraindre les consommateurs à plus de réalisme?

Selon certains, seule une augmentation considérable de prix pourrait forcer les Canadiens à réduire leur consommation de combustible. Les augmentations de prix décidées par l'Organisation des pays exportateurs de pétrole ont eu un retentissement considérable dans le monde, mais, comme le prouvent les quelques dernières années, insuffisant cependant pour réduire l'extravagante consommation mondiale de pétrole. Il est donc vraisemblable que les prix internationaux du pétrole continueront à augmenter.

Certains pensent que le gouvernement canadien devrait augmenter le prix du mazout jusqu'à ce que les gens soient forcés d'adopter des mesures garantissant une économie d'énergie consacrée au chauffage. Le coût de l'isolation des maisons et de l'installation de contre-portes serait rapidement amorti grâce aux économies de mazout. Exprimez votre point de vue sur la question ainsi que sur les sujets de réflexion suivants :

1. Le gouvernement canadien devrait prendre des mesures énergiques afin de forcer les Canadiens à diminuer leur consommation d'énergie thermique en mettant sur pied un système de réglementation et en instituant un certain nombre de lois; sinon, l'économie globale d'énergie ne sera jamais suffisante pour éviter une crise.

2. Tout le monde acceptera de réduire sa consommation d'énergie, dès que la gravité de la situation sera connue. Il suffit donc d'informer exactement les gens sur l'importance du problème et sur les méthodes d'économie d'énergie.

Ressources de gaz du nord du Canada : existe-t-il une solution viable?

★ Les réserves canadiennes de gaz naturel sont presque épuisées et ne peuvent plus satisfaire aux besoins domestiques et industriels du Canada. Les études entreprises évaluent les réserves vérifiées de gaz naturel du delta du Mackenzie à un niveau suffisant pour satisfaire aux besoins canadiens pendant neuf ans, en supposant que le rythme d'utilisation reste le même qu'actuellement; selon des estimations optimistes, les réserves totales pourraient prolonger de 50 ans l'indépendance énergétique du Canada. Dans cette même région, en Alaska, les Américains ont découvert des réserves encore plus importantes de gaz; par ailleurs, leurs estimations des réserves totales sont extrêmement encourageantes. Penchez-vous sur les questions suivantes:

1. Est-il souhaitable d'extraire ce gaz naturel de l'Arctique?

2. Quelles seraient les conséquences écologiques d'un tel projet, ses répercussions sur la vie des autochtones et sur les relations canado-américaines?

★ Nous allons vous présenter quelques propositions et points de vue sur les problèmes clés de l'exploitation des réserves de gaz des régions pionnières et de leur acheminement jusqu'aux marchés du Sud. Analysez les questions soulevées par les parties intéressées et leurs arguments; essayez d'en identifier l'élément subjectif et de répondre aux questions suivantes :

1. Pensez-vous que les intéressés soient objectifs? Expliquez votre point de vue.

2. Quelle proposition seriez-vous prêt à défendre? Pourquoi?

3. Êtes-vous d'accord avec le point de vue de Maurice Strong? Pourquoi?

Proposition nº 1 de la Compagnie X (limitée)

Plusieurs grandes compagnies pétrolières ont créé la Compagnie X (limitée) qu'elles ont chargée d'étudier la possibilité d'acheminer le gaz de la région du Mackenzie, à travers le Canada, par un gazoduc de 4 200 km. Le projet prévoit le raccordement d'un gazoduc américain destiné à acheminer le gaz de l'Alaska. Ce gazoduc traverserait les Territoires du Nord-Ouest et l'Alberta, pratiquement jusqu'à Calgary; de là, une canalisation irait jusqu'aux États-Unis en passant par la Colombie-Britannique; une autre parviendrait jusqu'au centre du Canada.

Le président de la Compagnie X (limitée) affirme qu'une association avec des compagnies américaines est parfaitement réaliste, puisque les réserves vérifiées actuelles du Canada ne peuvent rentabiliser à elles seules la construction d'un gazoduc évaluée à 7 milliards de dollars. Si le gaz de l'Alaska l'utilisait également, le gazoduc deviendrait parfaitement rentable. Le président estime que les États-Unis sont prêts à verser au Canada, pour le droit d'utiliser le gazoduc, un loyer annuel d'un demi-milliard de dollars. Bien sûr, de nouvelles réserves vérifiées seront découvertes au Canada, rendant possible la construction d'un gazoduc uniquement canadien; malheureusement ces réserves n'ont pas encore été découvertes, et cela pourrait

L'Office national de l'énergie du Canada (simulation) (cf. p. 14) Dans chaque cas, justifiez votre point de vue.

1 Vous êtes Inuit, vous avez cinquante ans et vous êtes fier de savoir que votre race chasse dans la vallée du Mackenzie depuis 6 000 ans. Le tracé du gazoduc traverse vos terrains de chasse. Bien entendu, vous vous y opposez.	2 Vous êtes deux avocats chargés de défendre les intérêts des Inuit. Les Inuit n'ont jamais signé d'accord avec le gouvernement fédéral quant à l'utilisation de la terre. Ils n'ont jamais abandonné leurs droits sur leur terre, qui sont des droits d'autochtones autant que des droits moraux.	3 Vous êtes trois spécialistes dans les domaines suivants : hydrologie, écologie végétale et animale, pollution atmosphérique. On vous a chargé d'exposer le type de dégradation écologique qu'entraînerait toute mise en valeur importante du Nord.	3 Vous représentez l'Association des ingénieurs du génie civil – section oléoducs. Selon vos études les plus récentes, il est possible de construire un pipeline «sans danger» pour l'environnement.
2 L'un d'entre vous est le président de la Compagnie X (limitée) et l'autre de la Compagnie Y (limitée). Vous êtes en réunion avec le président de l'O.N.E.; la discussion se transforme petit à petit en une plaidoirie serrée entre vous deux à propos des avantages et des inconvénients d'un gazoduc exclusivement canadien.	2 Vous représentez un groupe important de scientifiques convaincus que les milliards que l'on projette d'investir à la construction d'un gazoduc devraient plutôt être consacrés à la mise au point de nouvelles sources d'énergie comme par exemple l'énergie solaire ou éolienne.	1 Vous êtes le président de la Compagnie X (limitée). Votre groupe vous a chargé d'exposer les avantages de votre proposition et les inconvénients de celle de la Compagnie Y (limitée).	1 Vous êtes le président de la Compagnie Y (limitée). Votre groupe vous a chargé d'exposer les avantages de votre proposition et les inconvénients de celle de la Compagnie X (limitée).
2 Vous êtes président d'une importante usine située dans une ville du sud de l'Ontario et vous êtes accompagné par le maire de la ville. Si votre usine ne peut bénéficier d'un approvisionnement normal en gaz au cours des quinze prochaines années, vous devrez vous résigner à fermer l'usine. Si c'était le cas, 30 pour cent de la ville se retrouverait en chômage.	3 Vous faites partie d'un groupe d'hommes d'affaires (immobilier, motoneiges, restaurants, aménagement régional) qui, il y a de cela quelques années, se sont installés dans le Nord en prévision de la mise en valeur de cette région. Exposez les raisons pour lesquelles vous estimez que le Nord devrait être mis en valeur.	1 Vous êtes le propriétaire d'une entreprise de motoneiges, située dans le sud de l'Ontario. Si 30 pour cent des personnes qui, selon les prévisions, doivent travailler à la construction du pipeline achètent une motoneige afin de chasser et de pêcher le long du fleuve Mackenzie, le succès de votre entreprise est assuré.	2 Vous êtes des écologistes; vous avez fait des recherches sur les dégâts qu'entraîne l'utilisation de motoneiges sur la toundra fragile du Nord. Vous pouvez démontrer la portée écologique des dégâts.
3 Vous faites partie d'un groupe de jeunes Inuit qui ont vécu pendant un certain nombre d'années dans le sud du Canada et rejeté le mode de vie «occidental». Vous souhaitez vivre en harmonie avec votre milieu naturel comme l'ont toujours fait vos ancêtres. Vous estimez que votre mode de vie est supérieur à celui que vous avez connu dans le sud du Canada et vous ne voulez pas le perdre.	3 Vous êtes trois membres du conseil d'administration de la Compagnie X (limitée). On vous a chargés de montrer pourquoi l'exploitation de gaz naturel est indispensable à la stabilité de l'économie canadienne. Voilà pourquoi vous estimez que le gazoduc doit être construit, envers et contre tous.	1 Vous êtes un écologiste de renommée mondiale; selon vous, la qualité de la vie n'est pas proportionnelle à la quantité de biens produits. La plupart des produits que permettraient de fabriquer les ressources énergétiques du Nord ne se traduiraient pas forcément par une amélioration de la qualité de la vie.	3 Vous êtes les porte-parole du conseil municipal Inuit d'une ville qui risque de passer brusquement de 500 à 5 000 habitants si le pipeline est construit. Presque tous les nouveaux arrivants seraient célibataires et vous craignez les répercussions qui pourraient en résulter sur le mode de vie familial. Vous vous attendez à d'importantes difficultés et présentez des exemples d'incidents qui se sont produits ailleurs dans des circonstances comparables.

prendre des années avant que la construction du gazoduc puisse commencer. Son groupe, par contre, pourrait commencer immédiatement. Ils utiliseraient un tuyau de grand diamètre (1,22 m) pouvant acheminer un plus grand volume de gaz à un coût unitaire inférieur. Son groupe a déjà consacré des centaines de millions de dollars à l'exploration des ressources et à la mise au point de techniques écologiquement acceptables.

Proposition nº 2 de la Compagnie Y (limitée)

La Compagnie Y (limitée) est un consortium canadien. Le président estime que l'existence de réserves de gaz vérifiées au Canada et les possibilités de nouvelles découvertes justifient amplement la construction d'un gazoduc uniquement canadien. N'ayant pas à transporter le gaz américain, il pourrait être plus petit (1,02 m de diamètre) et serait donc plus facile à installer. Financé par des fonds canadiens, il appartiendrait aux Canadiens. Le Canada ne courrait pas le risque d'être manipulé à distance par les États-Unis.

Proposition nº 3 de Mme Laframboise (ministère fédéral des Transports)

Mme Laframboise représente le ministère fédéral des Transports. Ses adjoints ont envisagé divers moyens d'acheminer le gaz naturel : en particulier d'immenses avions-cargo, des bateaux-citerne et un chemin de fer arctique. Les études de faisabilité concluent à la possibilité de construire le chemin de fer. Celui-ci offrirait de plus grandes possibilités de mise en valeur du Nord que ne le pourrait un gazoduc. Comme l'a plusieurs fois répété Mme Laframboise : «Si nous consacrons plus d'un milliard de dollars à la construction d'un gazoduc et qu'en fin de compte les réserves soient nettement inférieures aux prévisions, que ferons-nous? Un chemin de fer, par contre, peut non seulement transporter du gaz, mais également des passagers et des marchandises.» Elle avoue cependant que la construction du chemin de fer prendrait au moins trois fois plus de temps que celle du gazoduc. Par ailleurs, il faudrait liquéfier le gaz avant de l'expédier, soit une consommation d'énergie nettement supérieure à celle du gazoduc (18% contre 9%).

Le point de vue d'une autochtone : Anna Anishinabi

Anna Anishinabi vit dans le Nord, est écologiste et fait partie du Conseil des autochtones du Canada *(Native Council of Canada)*. Elle parle avec éloquence des problèmes et des inquiétudes des autochtones du Nord et de sa peur de voir détruire la terre sur laquelle ses ancêtres ont été heureux pendant des milliers d'années. Elle estime que la réalisation du gazoduc entraverait la migration des caribous, entraînant assez rapidement leur extinction, et dérangerait le frai des poissons et la couvaison des oiseaux aquatiques. La végétation qui a mis plusieurs milliers d'années à se constituer dans la solitude glacée du Nord serait détruite par l'armée d'hommes et de machines travaillant à la construction du pipeline. Elle souligne que certains spécialistes continuent à penser que l'utilisation de routes d'hiver causerait d'importants dégâts, dégraderait la végétation alentour et augmenterait considérablement le dégel de la constitution de mares. L'élimination des déchets a été signalée comme un autre important problème, mais n'a pas encore été résolue : comment en effet assurer une surveillance efficace avec tant de monde dans tellement d'endroits? Anna ne veut pas que les eaux et l'air du Nord soient pollués comme cela est déjà le cas de plusieurs villes minières. «Peut-être considérez-vous que cette pollution n'est pas incompatible avec votre mode de vie, mais elle l'est certainement avec le nôtre.» Elle craint que les blancs émigrent du Sud et modifient la vie de famille traditionnelle des autochtones. Elle est convaincue d'assister à la destruction de sa région si l'on autorise la construction d'un gazoduc ou d'un chemin de fer. Et pourquoi? Pour permettre aux gens du sud du Canada de profiter quelques années de plus de leur mode de vie actuel, caractérisé par le gaspillage de l'énergie : un but somme toute contestable.

Un autre point de vue

Voici le point de vue et les conclusions des ingénieurs des compagnies pétrolières :

1. Nous avons pu établir un tracé qui minimisera le dérèglement de la vie animale et végétale.

2. Nous avons trouvé le moyen d'abaisser la température du gaz au-dessous de zéro avant de l'acheminer. De cette façon, il ne fera pas fondre le pergélisol ni ne dégradera la végétation environnante.

3. 35 000 personnes vivent dans une région faisant $3{,}8 \times 10^6$ km^2; selon nos estimations, le gazoduc ne couvrirait qu'une superficie de 102 km^2. Il resterait suffisamment de terre aux autochtones pour qu'ils puissent continuer à mener leur mode de vie traditionnel.

4. Nous enterrerons le gazoduc sur toute sa longueur, puis entreprendrons un programme de replantation en vue de rétablir, à la surface, la végétation primitive.

5. Nous mettrons sur pied un programme de recrutement et de formation des autochtones du Nord, grâce auquel ils pourront participer à la construction du gazoduc et y gagner des emplois.

6. Grâce à plusieurs programmes d'essai et études de vérification, nous avons réussi à mettre au point les techniques d'exploitation et celles de construction des installations et des stations de compression qui nous permettront d'entreprendre avec succès cette oeuvre gigantesque.

7. Nous ne pouvons nous permettre d'attendre plus longtemps, car, selon nos prévisions, le Canada aura besoin de 14 fois plus de gaz que ses réserves actuelles au cours des vingt prochaines années, quantité que nous savons pouvoir trouver dans le Nord.

Troisième point de vue : conception totalement différente

Il est regrettable que la mise en valeur du Nord sur une grande échelle commence dès à présent, car j'estime que nous n'en connaissons pas encore assez sur le Nord canadien et sur ses habitants pour exploiter cette région efficacement. Nos connaissances très limitées dans le domaine des écosystèmes du Nord, notre appétit insatiable pour de nouvelles sources d'énergie et notre volonté de développer de nouvelles régions se combinent en un mélange qui risque de compromettre l'avenir de cette importante partie du Canada et de ses habitants.

La destruction aveugle de l'habitat naturel du Nord et de sa faune entraînera soit la disparition d'un nombre important d'autochtones, soit leur complète dépendance vis-à-vis d'aliments expédiés de l'extérieur, à supposer qu'il soit possible de ravitailler ces communautés isolées (d'énormes dépenses en perspective). Comment pouvons-nous qualifier de progrès le fait de vouloir dépayser un peuple indépendant et bien adapté à son habitat naturel au point où il devrait vivre chez lui comme un étranger qu'il faudrait nourrir en important des marchandises?

Personnellement, j'estime que la préservation d'un peuple indépendant et bien adapté à son milieu, la protection d'un environnement fragile et magnifique et la conservation de sa flore et de sa faune sont des objectifs raisonnables. Je crains malheureusement que ceux dont la principale obsession consiste à satisfaire les besoins énergétiques du Canada et qui considèrent l'énergie comme l'outil indispensable à la réalisation d'une expansion inutile de «croissance pour la croissance» jugent mes objectifs fantaisistes et sentimentaux, luxe que ne peut se permettre le Canada. N'avons-nous pas déjà entendu proclamer par certains que les revendications égoïstes d'une minorité doivent s'effacer devant le bien-être de la majorité?

L'Office national de l'énergie du Canada (simulation)

Supposons qu'un important groupe industriel désire construire un gazoduc le long d'une vallée dans le Grand Nord canadien. Ce groupe, de même que tout autre organisme ou individu, ne peut entreprendre de constructions se rapportant de près ou de loin à l'énergie sans l'approbation préalable de l'Office national de l'énergie. L'O.N.E. planifie un certain nombre d'audiences au cours desquelles les écologistes, les compagnies pétrolières, les gouvernements provinciaux, les industriels et toute personne ou tout groupe intéressé peuvent présenter leur point de vue. À la suite des audiences, l'O.N.E. présente ses conclusions recommandant ou déconseillant le projet de construction en cause.

Dans le cadre de l'exercice de simulation, les élèves vont utiliser un certain nombre de cartes qui serviront de prélude à des exposés et à des discussions. Chaque carte résume un point de vue. Les cartes sont collées sur un carton, découpées et déposées à l'envers sur une table. L'exercice de simulation commence très simplement : un élève prend une carte. Si le chiffre indiqué par la carte est un 1, l'élève doit effectuer une improvisation individuelle. S'il s'agit d'un 2, l'élève effectue son improvisation avec un autre élève de son choix; si la carte comporte un 3, l'élève doit choisir deux autres élèves. Le tirage des cartes se prolonge jusqu'à ce que tous les élèves aient un rôle à jouer. Les élèves peuvent soit se préparer pendant quelque temps soit effectuer un exposé impromptu. Après chaque exposé (individuel, à deux ou à trois), la classe détermine dans quelle mesure les participants ont bien joué leur rôle; la valeur de leurs arguments; et, puisque l'on suppose que les exposés se font en présence d'un comité de l'Office national de l'énergie, les mesures que recommandera cet organisme à la suite des exposés.

Les réserves pétrolières du Nord et les conséquences de leur exploitation

★ Pour vous préparer à ce sujet, découpez des articles dans les journaux sur les questions suivantes : réserves pétrolières du Nord; environnement; droits des autochtones; souveraineté nationale; priorités régionales; réglementations gouvernementales. Regroupez les coupures de presse par question et par point de vue. Rangez les déclarations des cadres de compagnies pétrolières, des ministres du Cabinet fédéral et des chefs des autochtones dans différentes catégories.

Déterminez les sources de conflit et vérifiez l'exactitude des arguments. Par exemple, supposons qu'un dirigeant d'une compagnie pétrolière déclare que l'environnement ne sera pas détérioré par la réalisation d'un projet de pipeline et qu'un chef esquimau affirme le contraire. Présentés tels quels, les deux points de vue ne sont pas valables car aucun ne s'accompagne de preuves; l'un des deux points de vue est nécessairement faux. Rejetez toute déclaration qui ne repose sur aucun fondement ou creusez vous-même la question et évaluez-en la valeur en en discutant en classe. Parfois, une coupure de presse récente peut éclairer la question. Établissez les sources qui vous semblent sûres et à jour.

Il est également possible que deux déclarations conflictuelles puissent être vraies. Par exemple, un porte-parole peut affirmer : «Le sud du Canada a besoin de pétrole.» Un autre peut lui rétorquer : «L'environnement et le mode de vie traditionnel des autochtones vont en souffrir.»

Jouez au jeu «Économie d'énergie thermique» à l'école ou à la maison

«Économie d'énergie thermique» est un jeu sur l'économie d'énergie auquel peut participer toute la classe ou toute la famille, un jeu pour les petits et les grands de 5 à 77 ans. Le jeu est facile et fournit un bon moyen d'apprendre les règles de base en matière d'économie d'énergie thermique . . . tout en s'amusant! Les règles du jeu, les cartes et la surface de jeu vous sont fournies. Il vous suffit d'un dé; d'ailleurs si vous n'en avez pas, vous pouvez en fabriquer un en dessinant des points sur un cube de sucre. Pour augmenter la résistance de la surface de jeu et des cartes, il vous suffit de les coller sur du carton mince. Vous n'avez plus qu'à découper les cartes. Quatre ou cinq personnes peuvent jouer sur une même surface de jeu.

Règles

1. Chaque carte représente une bonne ou une mauvaise mesure d'économie. En groupe, déterminez les bonnes et les mauvaises mesures, puis, en fonction de cette classification, regroupez les cartes en deux paquets.

2. En groupe, classez les cartes du paquet des bonnes mesures en fonction de l'importance relative des économies d'énergie thermique qu'elles permettent de réaliser. Si le groupe estime que la mesure n'entraîne qu'une faible économie, qu'on inscrive sur la carte «Avancez d'une case»; s'il s'agit d'une importante économie : «Avancez de 8 cases». Plusieurs cartes peuvent avoir la même valeur. En classant les cartes, qu'on s'efforce d'utiliser tous les chiffres de 1 à 8.

3. En groupe, classez les cartes du paquet des mauvaises mesures en y inscrivant : «Reculez d'une case», «Reculez de 6 cases», «Reculez de 8 cases», etc. Qu'on s'efforce d'utiliser tous les chiffres de 1 à 8.

4. Mêlez toutes les cartes et placez le nouveau paquet côté face en bas.

5. Servez-vous de trombones ou de pièces de différentes tailles comme pions. Au départ, tous les joueurs doivent placer leur pion sur la flèche de départ.

6. Un seul dé est utilisé. De gauche à droite, chaque joueur jette le dé à son tour. Le joueur qui a obtenu le chiffre le plus élevé commence. Pour pouvoir entrer dans la partie, il faut faire un six.

7. Après avoir fait un six, le joueur relance et avance son pion d'un nombre de cases égal à l'indication du dé.

8. Les joueurs qui tombent sur une case «TIREZ UNE CARTE» doivent prendre la première carte et se déplacer conformément à ses indications. Ainsi, un joueur qui se retrouve sur la case 4 et qui tire une carte «Avancez de 5 cases» doit se déplacer jusqu'à la case 9. Si un joueur doit retourner au départ, il doit faire de nouveau un 6 avant de pouvoir recommencer à jouer. Chaque carte tirée doit être placée dans un autre paquet face en haut. Quand toutes les cartes ont été tirées, on les mélange de nouveau et le jeu continue.

Le premier joueur qui parvient à la case 90 «Félicitations, vous avez gagné la médaille de l'énergie» est déclaré vainqueur. Cependant, on doit tomber exactement sur la case 90. Par exemple, un joueur qui se trouve sur la case 88 doit faire un 2 pour y arriver, un joueur qui se trouve sur la case 89 doit faire un 1, etc. Une fois le vainqueur déterminé, les autres joueurs peuvent continuer à jouer pour l'attribution des seconde et troisième places.

Plusieurs pions peuvent se trouver sur la même case sans pénalité.

Économie d'énergie thermique

82	TIREZ UNE CARTE	84	TIREZ UNE CARTE	86	87	88	89	Félicitations, vous avez gagné la médaille de l'énergie.	
81	80	79	78	TIREZ UNE CARTE	76	75	TIREZ UNE CARTE	73	72
TIREZ UNE CARTE	63	64	Porte d'entrée laissee ouverte – perte de chaleur Reculez de 4 cases.	66	67	68	69	TIREZ UNE CARTE	71
61	60	59	58	57	56	TIREZ UNE CARTE	54	TIREZ UNE CARTE	52	51
41	42	TIREZ UNE CARTE	44	45	46	L'humidité relative de votre maison est bien calculée. Avancez de 3 cases.	48	49	50
TIREZ UNE CARTE	39	38	37	Vous avez nettoyé le filtre de votre chaudière. Avancez de 4 cases.	35	34	33	TIREZ UNE CARTE	31
20	21	22	23	TIREZ UNE CARTE	25	26	TIREZ UNE CARTE	28	29	30
TIREZ UNE CARTE	18	17	16	15	14	13	TIREZ UNE CARTE	11	10
DÉPART	1	2	3	TIREZ UNE CARTE	5	Trop paresseux pour installer vos contre-fenêtres et vos contre-portes Reculez de 6 cases	TIREZ UNE CARTE	8	9

Cartes

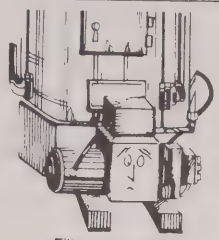
Une haie d'arbres vous coupe le vent.

Reculez de
Avancez de

Haie d'arbres

Vous ne changez pas régulièrement les filtres à air de votre chaudière.

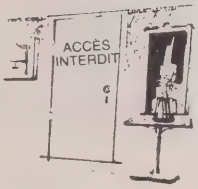
Reculez de
Avancez de



Filtres encrassés

Vous avez condamné la chambre d'ami.

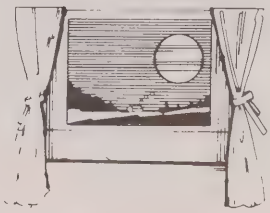
Reculez de
Avancez de



Chambre d'ami condamnée

Vous ne fermez pas les rideaux le soir.

Reculez de
Avancez de



Rideaux ouverts le soir

Vous avez installé des contre-fenêtres (ou des fenêtres à double ou triple vitre).

Reculez de
Avancez de

Contre-fenêtres

La nuit, votre thermostat est réglé à 15°C.

Reculez de
Avancez de

Temperature pour la nuit

Vous avez calfeutré le cadre des fenêtres et des portes.

Reculez de
Avancez de

Calfeutrage

Durant la journée, vous réglez le thermostat à 20°C.

Reculez de
Avancez de

Temperature durant la journee

Vous avez isolé les côtés et le dessous de l'espace sanitaire.

Reculez de
Avancez de

Isolation de l'espace sanitaire

Vous avez isolé l'entretoit avec du R20.

Reculez de
Avancez de

Isolation de l'entretoit avec du R20

Les vêtements chauds que vous portez vous permettent de baisser le thermostat.

Reculez de
Avancez de

Vetements chauds

Vous avez isolé votre sous-sol avec du R12.

Reculez de
Avancez de

Isolation du sous-sol avec du R12

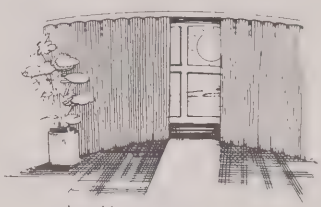
Vous avez laissé ouvert le registre de cheminée.

Reculez de
Avancez de

Registre de cheminée ouvert

Par les journées ensoleillées d'hiver, vous n'ouvrez pas les rideaux des fenêtres exposées au sud.

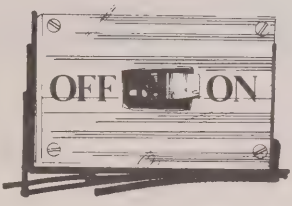
Reculez de
Avancez de



Les rideaux ne sont pas ouverts par les journées ensoleillées

Vous avez laissé les ventilateurs branchés dans la cuisine et dans la salle de bains.

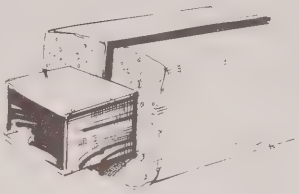
Reculez de
Avancez de



Ventilateurs branchés

Les conduits de chauffage qui se trouvent dans la partie froide de votre sous-sol sont isolés.

Reculez de
Avancez de



Conduits isolés

Vous avez laissé ouverte la porte du garage attenant à la maison.

Reculez de
Avancez de

Porte du garage ouverte

Vous n'avez pas fait entretenir ni régler votre chaudière cette année.

Reculez de
Avancez de

Pas d'entretien de chaudière

Vos portes extérieures ne sont pas étanches.

Reculez de
Avancez de

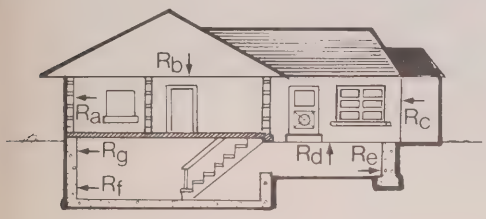
Portes extérieures non étanches

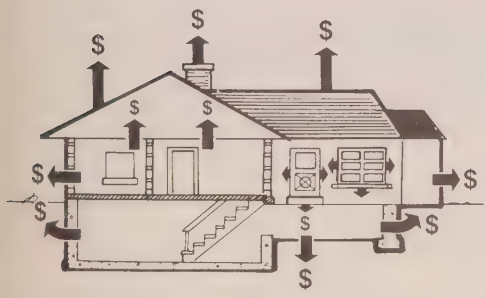
Économie de chauffage : données de base

L'énergie thermique se déplace toujours du chaud vers le froid. Cela signifie que l'énergie thermique produite par nos chaudières finit, à plus ou moins brève échéance, par se disperser à l'extérieur où elle «réchauffe l'atmosphère». La chaleur s'échappe de trois façons : par conduction, par convexion et par radiation. Toute perte inutile se traduisant par un gaspillage de combustible et donc de dollars, le but de l'isolation des maisons consiste à ralentir la dispersion de l'énergie à l'extérieur. L'énergie thermique demeure d'autant plus longtemps à l'intérieur de la maison et les frais de chauffage sont d'autant moins élevés que l'isolation est meilleure.

«R» représente la résistance thermique des matériaux. Plus le chiffre qui accompagne R est élevé, plus les matériaux arrivent à ralentir la dispersion de l'énergie thermique dans l'atmosphère.

Nous vous recommandons fortement d'effectuer très soigneusement les calculs suivants et d'en discuter à fond.





Les deux maisons ci-contre et celles dont il est question dans le tableau 2.7 ont une ossature en bois normale. Tous les calculs et tableaux connexes sont établis en fonction d'une température extérieure de −18°C, d'une température intérieure de 21°C, d'une température dans l'entretoit de −12°C et d'un vent soufflant à 24 km/h.

★1. Étudiez chaque figure avec attention. Discutez des mérites respectifs de l'isolation, des contre-portes et des contre-fenêtres. Calculez, dans chaque cas, les pertes en énergie par mètre carré par heure [MJ/(m² • h)] correspondant à la barre supérieure. Inscrivez vos calculs dans le tableau 2.8 en commençant par l'élément du bâtiment (fenêtres, murs, etc.) qui se caractérise par la plus forte perte d'énergie par mètre carré par heure. Les calculs sur les pertes de chaleur d'une maison non isolée doivent être répétés avec les données de la seconde barre de chaque figure. Comparez vos résultats avec le premier groupe de calculs.

2. Calculez la perte de chaleur par heure de chaque élément du bungalow et de la maison à deux étages décrits dans le tableau 2.7. Quelle est la perte de chaleur totale de la surface habitable par heure dans chaque cas? Exprimez la perte de chaleur attribuable à chaque élément du bungalow ou de la maison à deux étages en pourcentage de la perte de chaleur totale par heure. Quelle est la maison qui nécessite le plus d'énergie thermique? Les deux maisons ont la même surface habitable. Laquelle des deux nécessite la plus grande quantité de mazout pour maintenir la température à 21°C? Pourquoi?

3. Ni le bungalow ni la maison à deux étages en question (tableau 2.7) n'ont de contre-portes; cela entraîne pour chaque porte une perte d'énergie thermique correspondant à environ $20 durant la saison froide.

Une bonne contre-porte coûte environ $100 si vous l'installez vous-même. Combien pouriez-vous économiser durant l'hiver? Si le prix du mazout reste stable, combien de temps vous faudrait-il pour récupérer votre investissement? Combien de temps cela prendrait-il si le prix du mazout doublait l'année prochaine?

4. Durant l'hiver, le bungalow va laisser échapper l'équivalent de $210 d'énergie thermique par l'entretoit. Si vous l'isoliez avec des matériaux R7, combien économiseriez-vous d'énergie thermique en dollars? Combien cela vous coûterait-il pour isoler l'entretoit avec des matériaux R7, si chaque unité supplémentaire du facteur R coûte 8¢ par mètre carré, c'est-à-dire R1 = 8¢, R2 = 16¢, etc.? Combien de temps vous faudrait-il pour récupérer votre investissement si le prix du mazout restait inchangé?

5. Combien vous faudrait-il dépenser en plus pour isoler l'entretoit du bungalow avec des matériaux R28 au lieu de matériaux R7? Combien économiseriez-vous environ durant l'hiver? Pourquoi n'auriez-vous pas intérêt à utiliser des matériaux R35 au lieu de matériaux R28?

6. L'un des dessins sur cette page comporte plusieurs R. Chaque flèche aboutit à une zone du bâtiment qui devrait être isolée; cependant, la valeur des R n'est pas indiquée. Quelle valeur de R choisiriez-vous dans chaque cas? Vous pouvez vous procurer les recommandations du Bureau fédéral en matière d'économie d'énergie sur les facteurs d'isolation minimaux (R) auprès d'entrepreneurs en isolation afin de vérifier la précision de vos estimations.

Figure 2.9

Fenêtres fixes (surface moyenne : 1,4 m²)

Simples	1,5 MJ/h	– 9,4°C
Doubles		6,7°C
Triples		11,9°C

Des vitres bien calfeutrées ne permettent pas à l'air de pénétrer. La perte thermique se fait par le verre. La température est mesurée du côté intérieur de la vitre.

Figure 2.10

Isolation du plafond (plancher de l'entretoit) calculée pour une superficie de 100 m²

Facteur R

0	26,7 MJ/h	13,9°C
7		18,9°C
14		19,8°C
21		20,1°C
28		20,2°C
35		20,6°C

La température est mesurée à la surface du plafond (et non sur le plancher de l'entretoit).

Figure 2.11

Fenêtres mobiles (surface moyenne : 1,4 m²)

Simples	1,9 MJ/h	– 9,4°C
Doubles		6,7°C
Triples		11,9°C

La perte de chaleur s'effectue par la vitre et par les fentes de la fenêtre. La température est mesurée du côté intérieur de la vitre.

Figure 2.12

Espace sanitaire (étroit, sans chauffage)

Facteur R

0	7,0 MJ/h
10	

Les chiffres correspondent à une perte de chaleur provenant du plancher de dessus (100 m²).

Figure 2.13

Portes d'entrée

Simples	4,5 MJ/h	6,6°C
Contre-portes		12,2°C

Les fuites sont considérables autour des portes même fermées, et il en est tenu compte dans le montant d'énergie thermique. Les calculs ont été établis en fonction de portes de taille moyenne, soit 1,8 m² sur 4,5 cm d'épaisseur. La température est mesurée du côté intérieur de la porte.

Figure 2.14

Fondation du sous-sol

Facteur R

0	16,7 MJ/h
10	

Les chiffres correspondent à une superficie de 100 m².

Figure 2.15

Isolation du mur

Facteur R

0	21,8 MJ/h	14,5°C
3,5		17,6°C
7		18,8°C
10,5		19,4°C
18		19,9°C

Les températures sont mesurées sur la surface intérieure du mur. Les chiffres sont calculés en fonction d'une superficie de 100 m².

★ Notez la variation des températures intérieures en fonction de l'isolation. Pourquoi frissonne-t-on plus facilement dans une maison mal isolée ayant une température intérieure de 21°C que dans une maison bien isolée ayant la même température intérieure?

Tableau 2.7

Le bungalow et la maison à deux étages dont nous donnons les caractéristiques ci-dessous ont approximativement la même surface habitable, soit 160 m². Ce chiffre ne comprend pas la cage de l'escalier dans le cas de la maison à deux étages. Les deux bâtiments ont des sous-sols non aménagés (non habitables). Aucun des bâtiments n'a de vide sanitaire.

	Bungalow 10 m x 16 m		Maison à 2 étages 9 m x 9 m	
Plancher de l'entretoit (plafond)		Total 160 m²		Total 81 m²
Murs de fondation moins fenêtres fixes	130 m² 4 m²	126 m²	90 m² 2 m²	88 m²
Murs : Premier étage moins fenêtres fixes moins fenêtres mobiles moins portes extérieures Deuxième étage moins fenêtres fixes moins fenêtres mobiles	 130 m² 3 m² 10 m² 4 m²	 113 m²	 90 m² 5 m² 4 m² 4 m² 90 m² 5 m² 4 m²	 77 m² 81 m²

Tableau 2.8

Perte d'énergie thermique Fenêtres, murs, etc. [MJ/(m² · h)]		Perte d'énergie du bungalow (MJ/h)	%	Perte d'énergie de la maison à deux étages (MJ/h)	%
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
Perte totale (MJ/h)			100%		100%
Perte totale par m² de surface habitable [MJ/m² · h)]					

CN

3. Comment économiser l'énergie consacrée au chauffage

Cette section porte sur divers aspects du système énergie-combustible fossile; en particulier, sur l'approvisionnement domestique en mazout. Sont en particulier analysées les notions de rendement, de conversion du mazout en énergie thermique, d'isolation, de calfeutrage, d'installation de coupe-bise et d'humidité. Il s'agit avant tout, dans cette section, d'inculquer aux élèves des notions de base qu'ils puissent mettre en pratique.

Économiser l'énergie consacrée au chauffage – analyse interdisciplinaire

★ Le climat rigoureux du Canada nous oblige à transformer de l'énergie en chaleur afin de rendre nos maisons habitables. Pourtant, s'il nous faut absolument y consacrer une certaine quantité d'énergie, il semble que notre consommation soit nettement supérieure au minimum requis. Comment, dans ces conditions, peut-on économiser l'énergie consacrée au chauffage?

On peut aborder la question de plusieurs façons, en fonction de la discipline choisie. On peut, entre autres, se demander comment les gens se chauffaient autrefois. Cette simple question débouche sur plusieurs directions intéressantes. Les tapisseries médiévales, par exemple, servaient non seulement à décorer, mais également à isoler les pièces des murs qui laissaient passer énormément de courants d'air; autre exemple : il y a de cela plusieurs siècles, les Esquimaux découvrirent que la neige constituait une remarquable barrière contre le froid.

En quoi la rareté des combustibles risque-t-elle de modifier l'architecture? (Pièces plus petites? Maisons en série? Nouveaux matériaux de construction?) En quoi la mode vestimentaire risque-t-elle d'être bouleversée? (Les gens porteront plus de vêtements, du moins on peut le supposer.) Devant l'importante remise en question des valeurs que cela suppose, les enseignants se rappelleront leurs réactions lorsqu'ils étaient adolescents et devront faire preuve de compréhension à l'égard de leurs élèves.

La pénurie de combustible risque également de modifier nos façons de vivre : la température tombant toujours avec le soir, il se pourrait que les gens aillent se coucher plus tôt et décident de se lever en même temps que le soleil.

Ce changement d'habitude en particulier pourrait avoir d'innombrables conséquences. En quoi cela pourrait-il modifier les horaires de travail à l'école et ailleurs, les programmes de télévision et, de façon générale, le monde du spectacle et des distractions? Le Canada a d'ores et déjà de nombreux théâtres d'été qui connaissent un grand succès. Est-ce cette orientation que nous allons adopter, plutôt que d'avoir à chauffer d'énormes salles de théâtre et de concert l'hiver?

Toutes ces questions valent la peine d'être approfondies, car elles mettent en évidence les effets possibles d'une économie d'énergie sur l'urbanisme, sur l'économie, sur l'alimentation et la nutrition, sur les valeurs et sur la géographie (tracé des pipelines, conséquences des déversements accidentels de pétrole.) Même si le but premier de ces recherches est d'indiquer comment réaliser une économie d'énergie, on peut du même coup atteindre d'autres objectifs. Nous espérons non seulement que ces questions permettront aux enseignants d'introduire le sujet de l'énergie dans leurs propres programmes, mais également que les élèves auront l'occasion d'étudier l'économie d'énergie consacrée au chauffage d'un point de vue technique et pratique et qu'ils découvriront de la sorte les moyens d'augmenter l'efficacité du chauffage d'une maison. À ce propos, la suite de la section traite directement des moyens pratiques d'économiser l'énergie consacrée au chauffage.

Moyens pratiques d'économiser l'énergie consacrée au chauffage

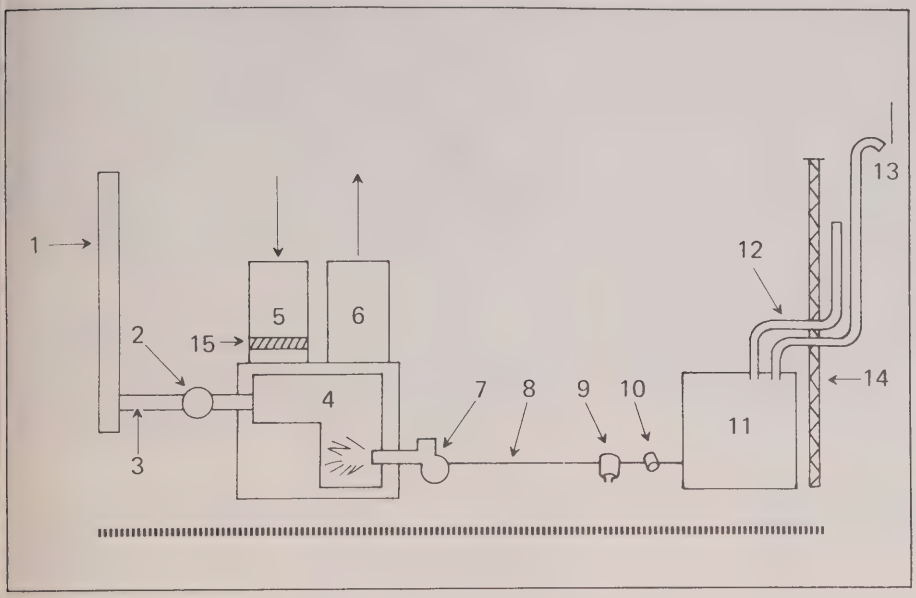
★ Pour maintenir la température d'un bâtiment à un niveau agréable l'hiver, nous utilisons tous un système de chauffage. Il y en a plusieurs types : radiateur-plinthe, chauffage électrique à air chaud propulsé, système de pompe à chaleur et pompe à chaleur mixte (fonctionnant à l'électricité et par la combustion de combustibles fossiles), chauffage au mazout à air chaud propulsé, chauffage au gaz à air chaud propulsé, système d'eau chaude produite par la combustion de gaz, système de vapeur produite par la combustion de charbon. Quel est le système le plus utilisé en Ontario? Examinez les systèmes de chauffage utilisés par votre école et chez vous; faites une petite enquête auprès de vos camarades de classe et de vos professeurs pour déterminer le système de chauffage qu'ils utilisent chez eux.

Les éléments essentiels d'un système domestique de chauffage au mazout

★ Renseignez-vous, si possible, auprès du responsable des bâtiments de l'école et consultez des livres afin d'établir la fonction de chaque pièce numérotée du système de chauffage de la figure 2.16. Puis, inscrivez le chiffre approprié à la suite de chaque article de la liste de droite. Essayez de retrouver ces éléments dans le système de chauffage de votre maison. Essayez d'établir la signification des termes suivants : *rendement de la chaudière, échange de chaleur, température du conduit de fumée, culotte d'échappement.*

Figure 2.16

Schéma d'illustration des éléments d'un système domestique de chauffage au mazout



robinet (valve) d'arrêt 1
tuyauterie d'aération 2
échangeur de chaleur 3
culotte d'échappement 4
manche de remplissage 5
réservoir à mazout 6
chaleur envoyée dans la maison (eau ou air chaud) 7
cheminée 8
air ou eau provenant de la maison 9
conduit d'arrivée de mazout 10
registre barométrique 11
filtre à mazout 12
filtres à air 13
mur 14
brûleur à mazout 15

★Que pouvez-vous apprendre sur le chauffage grâce au système de chauffage de votre école?

Si cela vous est possible, essayez d'organiser une visite du système de chauffage de l'école. Discutez avec votre guide du type de combustible utilisé, des quantités consommées, de la façon dont on les mesure, du mode de livraison, du stockage, des étapes suivies par le combustible avant la combustion, du système de brûleur, de la façon dont l'énergie est acheminée jusqu'aux salles de classe, du système de contrôle et du type de mesures d'économie en place.

★ Comment maximiser le rendement thermique d'une chaudière?

Pour maximiser le rendement des chaudières à mazout ou à gaz naturel, il est bon de les régler au moins une fois par an. Une chaudière bien réglée peut faire économiser de 10 à 15% de combustible. Les élèves peuvent dresser une liste de contrôle des opérations effectuées par le technicien d'entretien lorsqu'il règle une chaudière. À ce propos, consultez un distributeur de mazout ou le responsable des bâtiments scolaires.

★Recueil direct d'informations sur la consommation énergétique de la chaudière

Enregistrez sur magnétophone le bruit d'une chaudière à mazout pendant une heure, tout d'abord au cours d'une journée d'hiver particulièrement froide, ensuite par une température plus clémente. Dans les deux cas, notez les températures intérieures et extérieures. Apprenez à distinguer les bruits du brûleur et du ventilateur. Si le système de chauffage à eau chaude est équipé d'un moteur, il vous faudra apprendre à reconnaître son bruit, afin de ne pas en tenir compte.

Vous pouvez 1) écouter les bandes et chronométrer la durée de fonctionnement des moteurs du brûleur et du ventilateur; 2) découvrir les variations attribuables aux différents moteurs et aux températures; 3) vérifier l'allure de chauffe du pulvérisateur (ce chiffre est indiqué sur tous les brûleurs, bien que l'allure figurant sur la plaque ne soit pas forcément l'allure réelle si la chaudière fonctionne intentionnellement au ralenti afin, par exemple, de respecter certaines normes du bâtiment; l'inscription sur le pulvérisateur est la seule méthode de mesure précise, par exemple, 0,75 gal = 0,75 gallon par heure); 4) déterminer le nombre de litres de mazout utilisés par heure et calculer l'énergie consommée en joules; 5) calculer le nombre de kilowatts-heure utilisés par chaque moteur et ajouter ce chiffre à la quantité totale d'énergie consommée afin de déterminer la consommation d'énergie totale par heure d'utilisation.

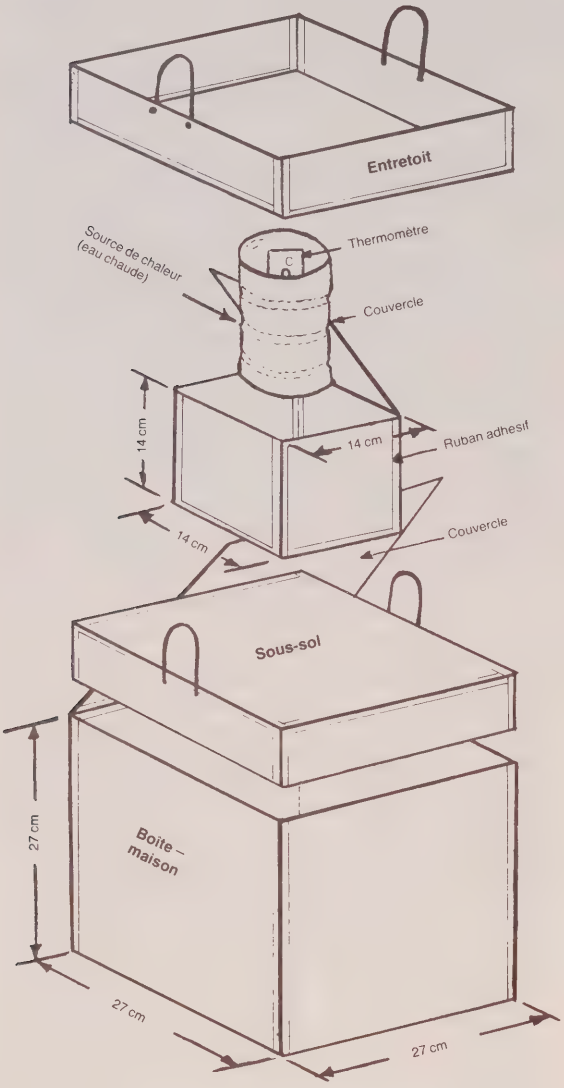
★En quoi les foyers influent-ils sur le rendement des chaudières?

Certains pensent que l'utilisation de foyers traditionnels augmente la durée d'utilisation d'une chaudière et sa consommation de combustible. Mettez au point une expérience en vue de vérifier chez vous la valeur de cette remarque. Déterminez pourquoi les foyers de conception plus moderne augmentent le rendement des chaudières.

★Un élément important du système de chauffage

Pour beaucoup de gens, le thermostat est le seul élément du système de chauffage qu'ils connaissent. C'en est en fait un élément très important. Par des recherches personnelles, déterminez les fonctions et le fonctionnement du thermostat.

Figure 2.17



★Isoler pour conserver la chaleur à l'intérieur

Construisez un vérificateur d'isolation de «maison modèle». Deux boîtes en carton ondulé peuvent faire l'affaire. Vous pouvez également utiliser le modèle dessiné ci-contre (figure 2.17); de construction très simple, il vous facilitera la comparaison des propriétés isolantes des divers matériaux. Vous aurez besoin d'une boîte de café de 454 g avec un couvercle en plastique, d'un thermomètre, de carton ondulé et d'une certaine quantité de papier journal déchiqueté et roulé en boules. Les murs et les planchers doivent être coupés aux dimensions indiquées et collés avec du ruban adhésif. Renforcez le modèle en collant du ruban adhésif à l'intérieur et à l'extérieur des coins. Puis, découpez les plateaux représentant l'entretoit et le sous-sol à des dimensions légèrement inférieures afin d'en faciliter l'insertion dans la boîte-maison.

Ce vérificateur vous permettra de découvrir les propriétés isolantes de divers matériaux. Pour chaque essai, la quantité d'eau chaude utilisée, sa température initiale et le temps de refroidissement doivent rester constants. Essayez avec un tiers de boîte d'eau à 60°C pendant six minutes. (Faites plusieurs essais préalables afin de déterminer le meilleur emplacement et les constantes optimales.)

Pour chaque essai, versez l'eau chaude dans le récipient et placez-y le thermomètre. Notez la température de l'eau chaude, puis fermez la boîte avec le couvercle en plastique, en laissant le thermomètre dans l'eau, et placez la boîte dans la maison, de la façon indiquée sur l'illustration. Notez l'heure. Pour obtenir les meilleurs résultats, placez immédiatement l'ensemble dans un endroit froid, à l'extérieur de la maison en hiver ou dans le réfrigérateur. Aussitôt que la période d'expérimentation est écoulée, ouvrez l'appareil et notez la température de l'eau. Si le taux de refroidissement (c'est-à-dire l'abaissement en degrés de la température par unité de temps) est deux fois plus élevé pour le matériau A que pour le matériau B, vous pouvez en déduire que le matériau B a de meilleures propriétés isolantes que le matériau A.

Vous pouvez effectuer quelques-uns des tests suivants ou même tous. Peut-être désirerez-vous en concevoir de nouveaux. Dans chaque cas, la quantité d'eau et la température initiale doivent rester constantes. Les robinets d'eau chaude sont de bonnes sources d'énergie. Ajoutons que les essais effectués à l'extérieur en hiver sont ceux qui donnent les meilleurs résultats. Inscrivez les données dans le tableau 2.9. Étudiez, comparez et analysez entre vous toutes les données recueillies.

Essai nº 1. De l'eau dans la boîte laissée à l'air libre.

Essai nº 2. De l'eau dans la boîte placée dans la boîte-maison.

Essai nº 3. De l'eau dans la boîte et le sous-sol, les murs et l'entretoit bourrés de boules de papier.

Essai nº 4. Tous les éléments isolés sauf l'entretoit.

Essai nº 5. Tous les éléments isolés sauf le sous-sol.

Essai nº 6. Tous les éléments isolés sauf les murs.

Essai nº 7. Enlevez l'entretoit et étudiez les propriétés isolantes du verre en disposant une vitre au-dessus du vérificateur.

★Essayez de calibrer votre vérificateur d'isolation. Pour ce faire, déterminez le taux de refroidissement d'un certain nombre de matériaux dont vous connaissez le R comme par exemple celui de feuilles en mousse de polystyrène de 2,5 cm (1 pouce) et de 5 cm (2 pouces) (l'isolation croît avec l'épaisseur). Si vous ignorez le R d'un matériau, vous pouvez l'estimer en déterminant le taux de refroidissement du matériau en question et en le comparant avec les taux de refroidissement de matériaux connus et de même épaisseur.

Les matériaux utilisés dans la construction de bâtiments ont tous un certain coefficient d'isolation. Les matériaux couramment utilisés dans la construction ont été regroupés ainsi que leur R dans le tableau 2.10. Ces matériaux contribuent tous à la forme et à la résistance du bâtiment sauf la brique, qui n'est utilisée que pour la décoration. Même si tous les matériaux de construction ont une certaine valeur d'isolation, ils ne sont pas considérés comme isolants. Les matériaux utilisés particulièrement pour leur valeur isolante sont indiqués ainsi que leur R dans le tableau 2.11.

Tableau 2.9

Résultats des essais

La température initiale de l'eau, la quantité d'eau, la température ambiante et le temps de refroidissement sont constants.				
Matériaux	**Température initiale (Ti) de l'eau (en °C)**	**Température finale (Tf) de l'eau (en °C)**	**Différence de température (Ti-Tf) de l'eau (en °C)**	**Température de l'air (en °C)**
Eau dans la boîte				
Boîte-maison seulement				
Boîte-maison plus papier				
Etc.				

Tableau 2.10

Matériaux de construction et R

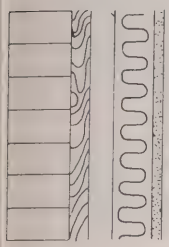
Type de matériau	Épaisseur (en cm)	R
Panneau en fibre de bois isolant	1	1
Revêtement isolant	1	1
Contre-plaqué	1	0,5
Placoplâtre	1	0,5
Bois (diverses espèces)	1	0,4 – 0,6
Blocs de béton	10	0,71
	20	1,11
	30	1,28
Air entre les murs	2 à 10	0,97
Verre (simple vitre)		1
Verre (double vitre)		2
Verre (triple vitre)		3
Brique (10 cm d'épaisseur)		0,45

Tableau 2.11

Matériaux isolants et R

Type de matériau	Épaisseur (en cm)	R
Isolant en vrac		
Fibre de cellulose	1	1,5
Fibres minérales	1	1,2
Vermiculite	1	0,9
Isolant en matelas		
Fibre de verre ou laine minérale	1	1,3
Polystyrène expansé («Beadboard»)	1	1,5
Mousse de polystyrène	1	1,3
Polyuréthane	1	2,3

Figure 2.18



Détermination des R

Exemple : un mur constitué d'une couche extérieure de brique (10 cm d'épaisseur), de 3 cm de contre-plaqué, d'une couche d'air de 3,8 cm, de 5,5 cm d'isolant en matelas et de placoplâtre de 1,3 cm.

Calcul	Épaisseur	R
Brique	10 cm	0,45
Contre-plaqué	3 cm	1,5
Air	3,8 cm	0,97
Isolant en matelas	5,5 cm	7,15
Placoplâtre	1,3 cm	0,65
Total		10,72

Comparaison des matériaux isolants et de leur coût

Les R des tableaux 2.10 et 2.11 sont approximatifs; nous n'avons pas indiqué tous les matériaux isolants que l'on peut actuellement se procurer sur le marché. Vous pouvez compléter cette liste et y ajouter le prix des matériaux en consultant les brochures publiées par les fabricants et les distributeurs locaux.

★Remplissez un tableau «Comparaison des matériaux d'isolation» composé des colonnes suivantes : matériaux isolants, épaisseur du matériau (utilisez les unités linéaires employées par le fournisseur), R du matériau (pour l'épaisseur précédemment citée), coût par unité de surface (utilisez les unités employées par le fournisseur), coût d'une unité de surface par unité de R, date du prix, avantages et inconvénients de ce type d'isolation. Les matériaux énumérés dans le tableau 2.11 ne comprennent pas, entre autres, la mousse d'urée-formol (seul un expert peut l'installer), les feuilles de mousse d'uréthane et la mousse bleue de polystyrène.

★En combinant différemment les matériaux du tableau 2.12, faites la conception de quatre murs, de quatre plafonds et de trois murs de sous-sol. Calculez le R total de chaque mur, plafond et mur de sous-sol. Les données dont vous avez besoin se trouvent dans les tableaux 2.10 et 2.11. La figure 2.18 vous donne un exemple des calculs que vous aurez à faire.

Tableau 2.12

Conception de murs, de plafonds et de sous-sols isolés

Matériaux de construction et matériaux isolants	Épaisseur (en cm)	Mur				Plafond				Sous-sol		
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
Panneau en fibre de bois	2,5											
Revêtement	2,5											
Contre-plaqué	2,5											
Placoplâtre	2,5											
Blocs de béton	10											
	20											
	30											
Couche d'air	2 à 10											
Brique	10											
	3											
Fibre de cellulose	6											
	8											
	10											
Matelas	4											
	8											
	12											
	16											
	20											
Mousse de polystyrène	2,5											
	5											
	7,5											
	10											

Économie de chauffage grâce au calfeutrage et à l'étanchement

Durant la saison froide, de l'air glacé s'infiltre dans les maisons tandis que de l'air chaud s'en échappe par les nombreuses petites fentes et interstices des murs, des plafonds et des cadres de portes et de fenêtres, même si elles sont fermées. Cet échange d'air s'appelle infiltration, et il en faut toujours un petit peu : il permet d'aérer la maison (odeurs) et d'alimenter en air frais la chaudière. Par contre, si le taux d'infiltration est trop élevé, la maison devient rapidement le siège de courants d'air désagréables et la note de mazout grimpe vertigineusement. La plupart des maisons ontariennes ont au moins 0,5 échange d'air par heure (un taux trop élevé), phénomène qui s'accompagne d'un dégagement direct d'énergie thermique à l'extérieur pouvant atteindre 25%. Les exercices de la présente section permettront aux élèves de réfléchir aux problèmes des pertes de chaleur par infiltration et aux moyens de les diminuer.

1. Construction et utilisation d'un détecteur de courant d'air afin de déceler les infiltrations

★ Demandez la permission de vos parents et, si possible, leur participation avant d'effectuer cet exercice.

Les courants d'air froid sont désagréables et augmentent la note de chauffage. On peut les déceler à l'aide d'un instrument très simple que vous pouvez facilement réaliser. Faites brûler l'extrémité d'un morceau de corde; laissez brûler quelques instants à peine; puis éteignez la flamme et laissez le bout de corde se consumer lentement. Pour détecter les courants d'air, placez l'extrémité fumante de votre appareil à proximité des sources possibles de courant d'air (par exemple, fentes dans les murs, rebords et seuils de fenêtre), comme sur l'illustration ci-dessous.

Peut-être pourriez-vous également utiliser votre appareil, avec la permission du responsable des bâtiments de l'école, pour y faire des vérifications. Les courants d'air sont l'indication d'une perte anormale de chaleur. Voici comment y remédier : le calfeutrage et l'étanchement des portes permettent de venir à bout des fentes et interstices lorsque les surfaces sont en contact et fixes. Les bourrelets étanches sont généralement utilisés lorsque les surfaces en contact se déplacent l'une par rapport à l'autre. En général, il n'est pas recommandé de calfeutrer l'extérieur d'une maison à moins que les fissures soient assez larges pour laisser entrer de l'eau. Le calfeutrage se fait généralement à l'intérieur afin d'éviter que l'air chaud et humide ne s'échappe vers l'intérieur du mur. Si l'air humide y pénètre, il doit pouvoir librement se dissiper à l'extérieur, afin d'éviter qu'il ne se condense dans le mur.

2. Recherche de fissures extérieures à calfeutrer

★ Examinez les sections extérieures suivantes de votre maison afin de déceler toute fissure assez large pour laisser de l'eau s'infiltrer : a) le joint entre la cheminée et le parement; b) le joint entre la maçonnerie ou les parties en béton (par exemple, marches et porches) et la maison; c) le solin de la cheminée; d) le joint entre les fenêtres et la maçonnerie; e) les coins intérieurs formés par le parement; f) autour des cadres de porte; g) le joint entre le rejingot de la fenêtre et le parement; h) le joint entre le châssis de la fenêtre et le parement; i) le joint entre le seuil de fenêtre et le parement; j) le joint entre le débord du toit et la moulure du pignon.

3. Recherche des sources de courants d'air à l'intérieur de la maison

★ Examinez les endroits suivants de l'intérieur de votre maison, à l'aide de votre détecteur de courant d'air (s'il n'y a pas de vent ce jour-là, demandez à un camarade d'utiliser un ventilateur ou une pompe à air à l'extérieur) : a) coins extérieurs formés par deux murs ou un plancher et un mur; b) ventilateurs d'aération; c) prises électriques situées sur un mur extérieur; d) installations électriques encastrées dans le plancher de l'entretoit; e) la lisse basse ou n'importe quel autre endroit où une pièce de charpente est ancrée dans une fondation en maçonnerie; f) les endroits où une pièce de charpente et un mur en maçonnerie se rejoignent; g) tout endroit où une cheminée et un mur se rejoignent; h) autour des cadres en bois et des bords de porte et de fenêtre. Repérez tous les endroits où se produisent des courants d'air et évaluez leur force : courant d'air faible, modéré ou fort.

4. Quels sont les avantages et inconvénients relatifs des matériaux de calfeutrage?

★ Comparez les matériaux de calfeutrage en établissant et en remplissant un tableau semblable au tableau 2.13. Les entreprises de matériaux de construction vous fourniront toutes les informations nécessaires concernant l'utilisation de chaque type de matériau et les opérations de nettoyage subséquent.

Tableau 2.13

Comparaison des matériaux de calfeutrage

Matériau de calfeutrage	Utilisation	Marque	Mode d'application	Solvant de nettoyage	Avantages	Inconvénients	Coût par gramme
À base d'huile ou de résine							
À base de latex,de butyle ou de polyvinyle							
Produits élastomères, silicones, polysulfides et polyuréthanes							
Produit d'obturation – étoupe, calfeutrage, caoutchouc mousse et fibre de verre							

5. Comparaison des coupe-bise

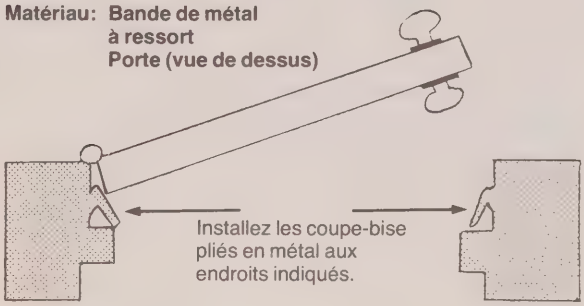
À l'aide d'informations recueillies auprès des fournisseurs de matériaux et d'autres sources et après examen des coupe-bise installés, réalisez un fascicule intitulé «Installation de coupe-bise sur vos portes – méthodes et matériaux». Les matériaux ci-dessous peuvent faire l'objet d'un schéma et d'une brève description, comme sur la figure 2.19 : a) mousse cellulaire de vinyle (à endos gommé); b) mousse de polyuréthane recouverte de vinyle; c) feutre de poil; d) vinyle enroulé sur bande d'aluminium; e) caoutchouc-mousse sur lattes de bois; f) bande de métal à ressort; g) profilés métalliques en U emboîtants; h) profilés métalliques en U (moulures en J) emboîtants et ajustés; i) moulures métalliques; j) profilés ou coulisseaux de porte; k) seuil de porte emboîtant.

Les coupe-bise se placent sur les fenêtres pratiquement de la même façon que sur les portes et nécessitent les mêmes matériaux et outils que ceux qui ont été décrits dans l'exercice précédent. Réalisez un fascicule «Installation de coupe-bise sur vos fenêtres – méthodes et matériaux» semblable à celui des portes de l'exercice précédent.

6. Jusqu'à quel point votre maison doit-elle être hermétique à l'air?

L'utilisation de matériaux actuellement en vente sur le marché peut diminuer le taux d'infiltration au point de causer des problèmes d'humidité, de condensation, de rendement de chaudière et d'odeurs désagréables. La limite inférieure d'échange d'air se situe, selon les experts, à environ 0,2 échange d'air par heure. Jusqu'à quel point doit-on installer des coupe-bise et calfeutrer? Il existe une règle empirique bien simple : calfeutrez et installez des coupe-bise jusqu'à ce qu'une légère buée se forme de temps en temps sur les contre-fenêtres du côté au vent par temps froid. La plupart des maisons exigent cependant beaucoup de travaux de calfeutrage avant que soit atteint ce niveau d'étanchéité à l'air.

Figure 2.19

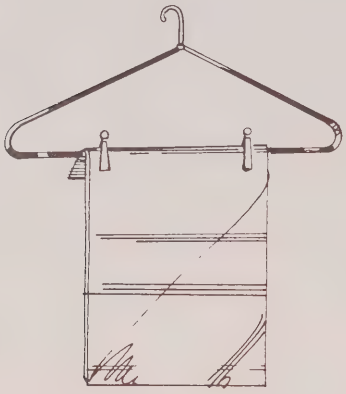


Outils : Marteau, clous, mesure à ruban et cisailles de ferblantier.
Installation : Découpez le métal à la longueur voulue et installez-le.
Degré de difficulté : Installation facile.
Durabilité : Très grande.
Coût :
Commentaires : Presque invisible après installation.

The R. W. B. Jackson Library OISE

7. De combien d'air frais la chaudière a-t-elle besoin?

★ Une chaudière a besoin de quantités d'air frais (c'est-à-dire d'oxygène) pour que la combustion se fasse normalement. Vous pouvez réaliser un appareil de mesure des courants d'air à l'aide d'une feuille mince de papier ou de cellophane comme sur l'illustration ci-après. Ce type d'appareil permet de déterminer la force relative de l'entrée d'air dans le brûleur. La salle de la chaudière doit être suffisamment aérée pour que la chaudière puisse fonctionner efficacement : les élèves peuvent essayer de déterminer la quantité d'air (en mètres cubes) requise à cet effet.



Quelques exercices sur l'humidité

★ Par temps froid, lorsqu'une bouilloire boue fortement, vous pouvez remarquer qu'il se forme de la buée sur les vitres de la cuisine. Si votre maison est équipée d'une contre-porte, notez s'il se forme de la buée sur les vitres lorsque vous ouvrez la porte principale. Dans chaque cas, notez également si la fenêtre comporte une, deux ou trois vitres. Si possible, avec du ruban adhésif, placez un thermomètre contre chaque fenêtre et relevez la température. Notez ce qui se passe lorsque vous respirez près de chacune d'entre elles. La condensation apparaît-elle plus lentement sur une fenêtre simple, double ou triple?

Humidité relative et confort

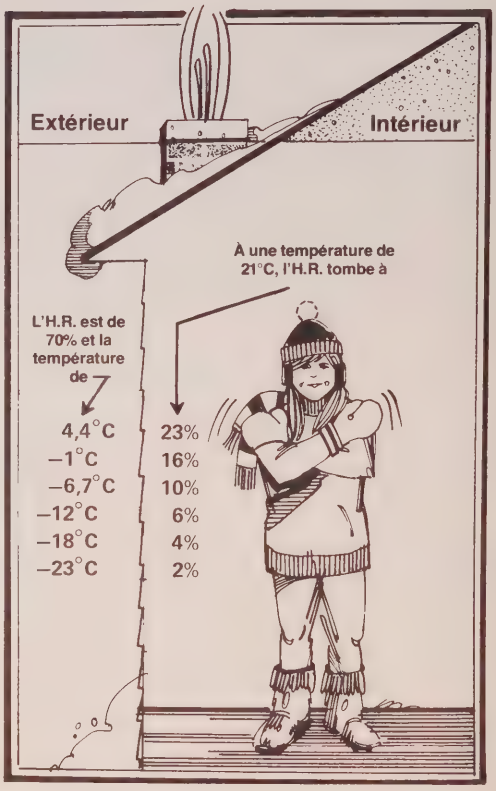
L'humidité relative (H.R.) influe considérablement sur le confort d'une maison. On peut définir l'humidité relative comme le rapport de la quantité de vapeur d'eau dans l'air et de la quantité maximale d'eau que l'air peut contenir à cette température. Autrement dit, si l'air est saturé de vapeur à 10°C, cela signifie qu'il y a exactement 116,6 gouttes de vapeur d'eau de 0,0648 g chacune par kilogramme d'air sec. Si la température de l'air s'élève à 20°C, celui-ci contiendra 233,2 gouttes de vapeur d'eau de 0,0648 g chacune par kg d'air sec. Si on n'ajoute pas d'humidité en faisant passer la température de 10°C à 20°C, la proportion réelle de vapeur d'eau sera de 116,6 ÷ 233,2, soit 50% à 20°C. Il est important de noter que plus la température est basse, moins l'air peut contenir de vapeur d'eau à saturation (cf. tableau 2.14).

Tableau 2.14

Température (en °C)	Nombre de gouttes de vapeur d'eau de 0,0648 g saturant un kilogramme d'air sec
10	117
12,8	141
15,6	172
18,4	205
21	242
23,8	288
26,6	343
29,4	405
32,2	477

La figure 2.20 indique la baisse d'H.R. de l'air (aux températures indiquées et avec une H.R. de 70% à l'extérieur) s'infiltrant dans une maison chauffée à une température de 21°C.

Figure 2.20



L'H.R. optimale se situe pour la plupart des gens entre 30% et 40%; il faut donc savoir que le pourcentage d'humidité varie en fonction de la température extérieure. Or, si l'H.R. est basse, l'eau s'évapore rapidement des parties humides de notre corps, entraînant un effet de refroidissement, puis des frissons. La plupart des gens éprouvent alors le besoin d'augmenter le thermostat de plusieurs degrés pour se réchauffer.

Énumérez dix sources possibles de vapeur d'eau qui peuvent augmenter l'humidité relative de la maison.

Les humidificateurs et leurs effets

Les humidificateurs servent à maintenir l'H.R. voulue. Il y en a de trois types : l'humidificateur à plaques évaporatrices, l'évaporateur et le pulvérisateur. Comparez les trois types d'humidificateurs sur les plans suivants : litres d'eau évaporés par jour, principe de fonctionnement, avantages et inconvénients. Nous vous recommandons d'établir un tableau. Vous pouvez également effectuer une enquête auprès de vos camarades et de membres de la collectivité afin d'identifier les types d'humidificateurs les plus couramment utilisés. De façon générale, disons qu'en hiver il doit s'évaporer 4,5 L d'eau par pièce chaque jour. Votre humidificateur répond-il à vos besoins?

Mesure de l'humidité relative de la maison

L'électricité statique créée en marchant sur les tapis est un signe indéniable d'humidité relative insuffisante. On peut effectuer un calcul précis de l'H.R. en utilisant un psychromètre rotatif. Inscrivez vos résultats sur le tableau 2.15.

Le psychromètre rotatif le plus couramment utilisé (cf. figure 2.21) est constitué de deux thermomètres gradués montés sur un cadre pivotant autour d'une poignée. Un petit morceau de mousseline est enroulé autour du réservoir du thermomètre «humide» et fixé par une attache en coton entre la tige et le réservoir du thermomètre. Une fois la mèche mouillée – elle ne doit cependant pas dégouliner – vous pouvez commencer à faire tourner le cadre autour de la poignée; arrêtez toutes les minutes ou toutes les trente secondes afin de noter la température indiquée par le thermomètre «humide». Lorsque la température se stabilise, vous pouvez déterminer l'H.R. en lisant les températures indiquées par le thermomètre «humide» et par le thermomètre «sec». Si la vapeur d'eau est au point de saturation (100% d'humidité relative), les thermomètres indiquent la même température. Plus l'H.R. est faible, plus la différence de température se creuse entre les deux thermomètres.

★ Vous pouvez construire vous-même un psychromètre rotatif. Procurez-vous un thermomètre mural bon marché, de préférence gradué en °C. Le modèle de la figure 2.22 comporte un thermomètre sur plaque de plastique, valant 40 cents. Le plastique doit être coupé comme sur l'illustration afin que l'extrémité du thermomètre dépasse nettement. Fixez solidement le thermomètre à un morceau de bois à l'aide de ruban adhésif que vous enroulez autour du thermomètre aux deux extrémités de l'échelle graduée.(Quelques clous fins permettent de consolider le modèle.) Dans notre modèle, une petite jupe à franges a été fabriquée pour le réservoir du thermomètre. Utilisation : en tenant le psychromètre comme sur l'illustration, faites-le tourner rapidement (soyez prudent) jusqu'à ce que la température du thermomètre «sec» baisse puis se stabilise. Fixez la petite jupe autour du réservoir, mouillez-la, puis faites tourner rapidement le psychromètre jusqu'à ce que la température du thermomètre «humide» se stabilise. Pour obtenir le degré d'H.R. à partir des deux températures indiquées, il suffit de réaliser une règle à calculer sur le modèle de la figure 2.23. Disposez les échelles de façon que la température indiquée par le thermomètre «humide» soit alignée avec celle du thermomètre «sec». Il ne vous restera plus qu'à lire l'H.R., indiquée par la flèche.

Le psychromètre rotatif de la figure 2.21 donne des mesures exactes à 2% près si les indications données sont fidèlement respectées. Celui dont on vient de faire la description est exact à 5% près.

Figure 2.21

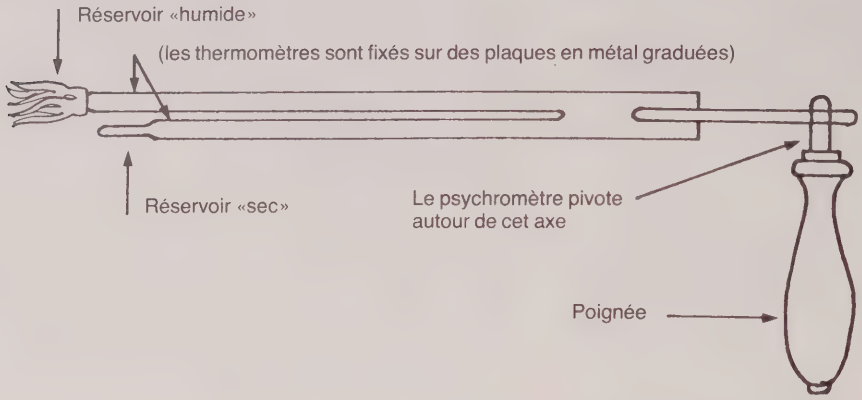


Figure 2.22

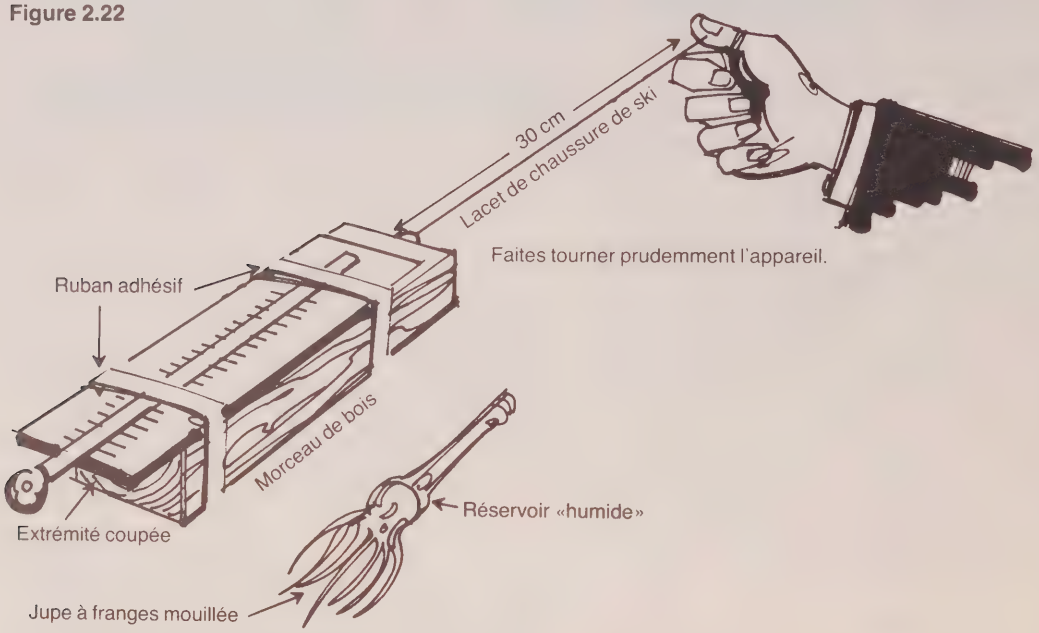


Figure 2.23

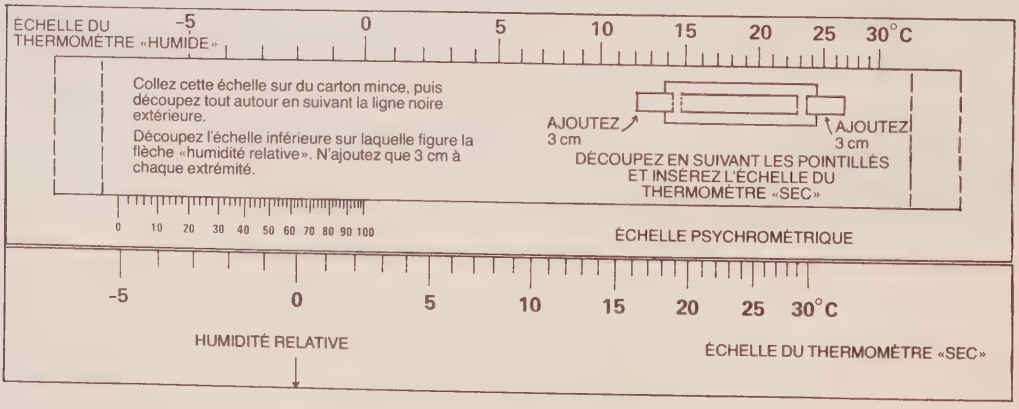


Tableau 2.15

Comparaison des niveaux d'humidité relative

Endroit	Température du thermomètre «sec» (en °C)	Température du thermomètre «humide» (en °C)	H.R. (%)
Salle de bains juste après une douche chaude			
Salle de séjour			
Cuisine			
Salle de classe			
Corridor			
Dehors			
Comparez vos résultats avec ceux de vos camarades. Répétez l'expérience au cours de différentes journées.			

Vérification de l'étanchéité à l'air de votre maison

★Vous pouvez obtenir une bonne indication du degré d'étanchéité à l'air de votre maison en utilisant un psychromètre rotatif. Par une froide après-midi, au cours de laquelle personne n'a fait bouillir de l'eau, ni couler de bain, ni pris de douche, etc., déterminez l'H.R. à l'aide de votre psychromètre rotatif. Faites l'expérience dans la salle de séjour, dans le corridor et dans les chambres. Arrêtez l'humidificateur. Au bout d'une demi-heure, déterminez l'H.R. Si elle a considérablement diminué, votre maison n'est peut-être pas suffisamment étanche. Répétez l'expérience au cours de différentes journées avant de prendre une décision.

4. Économie d'énergie consacrée au chauffage – plan d'action

Cette quatrième section propose un plan d'action aux élèves qui ont décidé d'économiser l'énergie. Le plan peut être suivi par une personne ou par un groupe (une équipe scolaire d'économie d'énergie, par exemple).

Si une communauté acceptait d'adopter les mesures d'économie suivantes, d'importantes économies en matière d'énergie consacrée au chauffage pourraient être réalisées. Les articles de la liste sont accompagnés d'un code proportionnel à leur difficulté. Les élèves (ou l'équipe scolaire d'économie d'énergie) peuvent se servir de la liste de contrôle afin de se guider ou de déterminer l'efficacité de leur méthode actuelle de chauffage ou, s'ils en ont fait la demande, de celle de leurs voisins.

• Mesures d'économie qui ne nécessitent aucune connaissance technique et qui peuvent être mises en pratique immédiatement.

•• Mesures d'économie qui ne demandent que peu de connaissances techniques mais qui requièrent un petit investissement.

••• Mesures d'économie qui nécessitent certaines connaissances techniques, connaissances qu'un élève pourrait rapidement acquérir, ainsi qu'un petit investissement en matériaux et équipement; la somme est, cependant, modeste et rapidement récupérable grâce aux économies réalisées.

•••• Mesures qui nécessitent absolument l'intervention d'un spécialiste.

En étudiant à fond les mesures suivantes, vous allez acquérir suffisamment de connaissances pour pouvoir donner des conseils sur les mesures à prendre en matière d'économie de chauffage dans votre école et pouvoir les appliquer vous-même.

1. Réglage du thermostat

• Le jour, les occupants d'une maison doivent régler le thermostat au niveau de température le plus bas auquel ils se sentent à l'aise. Cette température est généralement de 20°C et peut même être inférieure.

• Les occupants baissent-ils le thermostat la nuit? (S'il est vrai que les économies sont proportionnelles à l'abaissement de la température, nous ne recommandons cependant pas de régler le thermostat trop bas, car à la suite de nuits très froides, la période de remontée de la température le matin est trop longue.)

Remarque. Les économies que permet de réaliser le réglage du thermostat varient en fonction de l'isolation de la maison. En moyenne, vous pouvez économiser de 4% à 6% sur la note de mazout par °C. Si la maison est très bien isolée, l'économie peut cependant se situer au-dessous de 4%. Des vérifications ultérieures au cours du plan d'action vous permettront de tester la qualité d'isolation de la maison.

• Certains appareils dégageant de la chaleur se trouvent-ils à proximité du thermostat? Se pourrait-il qu'ils influent sur l'indication de l'aiguille? Si oui, vous devez les installer ailleurs.

• Le thermostat se trouve-t-il sur un mur intérieur, à l'abri de tout courant d'air provenant d'une fenêtre ou d'une porte?

•••• Si la source de chaleur ou les courants d'air de la fenêtre et de la porte ne peuvent être supprimés, vous devez faire déplacer le thermostat.

• Les occupants baissent-ils le thermostat lorsqu'ils quittent la maison? (Nous ne recommandons pas de baisser le thermostat à moins de 10°C.)

• Les occupants sont-ils bien couverts, y compris sur les bras et les jambes, sans que les vêtements soient trop serrés ou les gênent dans leurs mouvements?

2. Diminution des infiltrations d'air

• Le registre du foyer est-il fermé lorsqu'il n'y a pas de feu dans la cheminée?

••• Le foyer est-il fermé par une contre-porte (prise de foyer isolée) lorsqu'il n'y a pas de feu?

• Les occupants pensent-ils à arrêter les ventilateurs une fois que les odeurs désagréables ont disparu?

• Les occupants s'efforcent-ils d'ouvrir le moins possible portes et fenêtres?

•• Munissez-vous de votre appareil de détection des courants d'air et inspectez la maison : notez les rectifications à apporter (calfeutrage et étanchement).

•• Vérifiez la lisse basse à l'aide de votre appareil de détection des courants d'air et calfeutrez si nécessaire.

•••• Si la maison possède un vestibule sans porte intérieure, il serait souhaitable d'en installer une.

3. Humidité relative

•• Vérifiez le degré d'humidité de la maison. Si l'humidité n'est pas au niveau souhaitable (30% à 40%), vérifiez l'humidificateur afin de déterminer s'il est temps de remplacer les plaques évaporatrices ou les courroies. Déterminez si la taille de l'humidificateur convient à la maison.

Tableau 2.16

Vérification de l'isolation

Structure	Superficie en m²	Estimation du R actuel	Estimation de la perte de chaleur (MJ/h)	R recommandé	Estimation de la perte de chaleur après isolation (MJ/h)
Plafond					
Sous-sol					
Vide sanitaire					
Murs (nets)					

Vérification des fenêtres et des portes

Type de fenêtre	sim.	doub.	tri.	c.-f.	plas.		Recommandations	
		(superficie en m²)						
Mobile								
Fixe								
Type de porte	**simple ou contre-porte (superficie en m²)**							
sim. : simple tri. : triple plas. : plastique	doub. : double c.-f. : contre-fenêtre					**Total MJ/h**		**Total MJ/h**

4. Isolation, contre-portes et contre-fenêtres

• Le tableau 2.16 vous aidera à déterminer les contre-portes, contre-fenêtres et matériaux isolants supplémentaires que vous devez installer. À l'aide des tableaux de la page 20, estimez la perte de chaleur en mégajoules par heure qui s'effectue par les divers éléments énumérés.

Déterminez un coefficient R pour les matériaux isolants, faites des recommandations pour les portes et fenêtres et indiquez l'économie par heure d'énergie consacrée au chauffage que vous prévoyez réaliser grâce à l'application de ces mesures. *N'oubliez pas que les pertes de chaleur indiquées sur les tableaux correspondent à une maison à charpente de bois et aux températures présentées en page 20.*

5. Le système de distribution/production de chaleur

•••• La chaudière est-elle nettoyée et le brûleur réglé au moins une fois par an par un technicien d'entretien qualifié?

• Les occupants vérifient-ils régulièrement si le volet d'air du brûleur n'est pas obstrué?

• Vérifie-t-on si les registres d'air ne sont pas obstrués?

• Changez-vous les filtres à air ou les nettoyez-vous tous les mois pendant la saison froide?

• Vérifiez la couleur de la fumée qui sort de la cheminée si la chaudière est à mazout. Si la fumée est blanche par temps froid, c'est que la chaudière fonctionne bien; si elle est grise ou noire, le brûleur doit vraisemblablement être réglé.

• Vérifiez la couleur du sommet de la flamme d'une chaudière à mazout. Ouvrez la porte de visite (faites attention : elle est probablement très chaude) et observez le sommet de la flamme. S'il est noir et que la flamme elle-même soit d'un jaune terne, votre brûleur a besoin d'un réglage.

Ne prenez pas de décision trop rapidement; au moment où la porte est ouverte, la couleur de la flamme change automatiquement à cause de l'admission supplémentaire d'oxygène. Une flamme correcte ne fume pas. L'absence de fumée n'est pas la seule caractéristique d'une bonne flamme; la pression de l'air, le pulvérisateur et plusieurs autres facteurs jouent également un rôle. Si vous n'êtes pas sûr de vous ou que vous hésitiez à faire l'exercice, demandez à votre professeur ou à un autre adulte de vous aider.

••• Vérifiez la température du gaz de combustion et celle de l'air en circulation toutes les semaines durant la saison froide.

★Autres activités d'apprentissage en matière de chauffage

1. Prenez un magnétophone et allez interroger des élèves, des voisins ou d'autres membres de votre communauté afin de déterminer ce qu'ils pensent des méthodes d'économie d'énergie consacrée au chauffage. Vous pouvez poser, par exemple, les questions suivantes :

a) Pensez-vous qu'il soit nécessaire pour les Ontariens d'économiser l'énergie qu'ils consacrent au chauffage de leur maison?

b) Si vous pensez qu'il faut économiser le chauffage, pouvez-vous me décrire les mesures que vous avez prises à cet effet?

Les élèves peuvent essayer de déterminer en groupe les questions qui permettraient de sonder l'attitude de la communauté à cet égard. L'examen des bandes enregistrées pourrait fournir des renseignements utiles à l'établissement d'un résumé de l'opinion générale de la communauté.

2. Renseignez-vous sur les méthodes qu'emploient les raffineries pour transformer le pétrole brut en mazout.

3. Renseignez-vous sur les chaudières à bois. Sont-elles aussi efficaces que les chaudières à mazout? Quels sont les problèmes qu'entraîne leur utilisation?

4. Faites des recherches sur les diverses méthodes de chauffage collectif, comme par exemple le chauffage central. Quels sont les avantages et les inconvénients de ce type de système?

5. Demandez à vos grands-parents (ou à d'autres personnes âgées de la communauté) de vous décrire de quelle façon leurs parents chauffaient la maison lorsqu'ils étaient petits. Pensent-ils que les méthodes actuelles de chauffage ont fait progresser la qualité de la vie?

6. Imaginez un exercice de simulation ou réalisez un jeu de rôles sur le thème suivant : un comité de restriction en matière de consommation de mazout et de gaz naturel vient de se créer en Ontario. L'hiver prochain, vous ne recevrez que les trois quarts de la quantité de mazout que vous utilisiez les années précédentes. Quelles modifications devrez-vous apporter à votre mode de vie actuel afin de vous adapter à ces restrictions?

7. Réalisez dix affiches d'information soulignant la nécessité d'économiser le chauffage.

8. Analysez la situation suivante : si les sources de mazout actuellement utilisées en Ontario s'épuisent d'ici les quarante prochaines années, quels seront les premiers emplois à disparaître dans votre communauté?

9. Effectuez une étude sur la façon dont se chauffent les hommes selon le coin du globe dans lequel ils vivent. En quoi chacune de ces méthodes est-elle bien adaptée à la nation ou au peuple qui la pratique?

5. Bibliographie

Canada. Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources. *Emprisonnons la chaleur*. Ottawa, Bureau de la conservation de l'énergie, en collaboration avec la Société centrale d'hypothèques et de logement, 1976.

_____. *Payez moins chauffez mieux*. Ottawa, Bureau de la conservation de l'énergie, 1975.

_____. *Une stratégie de l'énergie pour le Canada : politique d'autonomie*. Ottawa, Imprimerie et Édition, Approvisionnements et Services Canada, 1976.

_____. Bureau de la conservation de l'énergie. *100 façons d'économiser chez soi énergie et dollars*. Ottawa, Information Canada, 1975.

Comité associé du Code national du bâtiment du Canada. *Données climatiques pour le calcul des bâtiments au Canada, 1975. Supplément nº 1*. Ottawa, Conseil national de recherches du Canada, 1975.

Konzo, Seichi et Wayne L. Shick. «Living With the Energy Crisis». *University of Illinois Bulletin* 70, nº 144 (1973).

Nichol, J.F. et M.A. Humphreys. «Thermal Comfort as Part of a Self-Regulating System». *Building Research and Practice*, mai-juin 1973, p. 174-78.

Office of Policy Development and Research, Division of Energy, Building Technology, and Standards, United States Department of Housing and Urban Development. *In the bank . . . or up the chimney*. Radnor (Pennsylvanie), Chilton Book Company, [s.d.].

Popular Mechanics Do It Yourself Encyclopedia. Vol. 8, New York, The Hearst Corporation, Book Division, 1968.

CN

Table des matières

Introduction	2
1. Initiation au sujet	3
2. Puissance électrique – énergie et vérification	17
3. Conversion de l'énergie électrique à usage domestique	23
4. Économie d'énergie = économie d'argent	36
5. Déficit énergétique	41
6. Plan d'action	49
7. Informations d'appui	50
8. Bibliographie	54

★Une étoile placée en marge du texte signale les exercices pour les élèves.

Introduction

Il y a quelques années encore, les barrages ontariens avaient un débit largement suffisant pour alimenter les centrales hydro-électriques. Depuis, la population et la consommation individuelle ne cessant de croître, il a fallu faire appel à des centrales thermiques (combustibles fossiles) et, plus récemment, nucléaires pour combler la différence entre la production hydraulique et la demande d'électricité.

L'état actuel de nos connaissances ne nous permet pas encore d'emmagasiner d'importantes quantités d'énergie électrique. Il en résulte que nous devons produire l'électricité sur demande! Il nous est impossible de la stocker. Le problème se complique du fait que la demande varie. Aux périodes de pointe (la consommation varie en fonction de l'heure, du jour et du mois), les installations de production et de transport électriques fonctionnent à pleine capacité. À d'autres moments, leur potentiel n'est exploité que partiellement. La demande de base ou demande minimale augmente également à cause de la place prépondérante que nous réservons à l'énergie dans notre vie.

Si l'électricité apparut, au début, comme une nécessité dans les zones industrielles très développées comme Kitchener, Guelph et Toronto, elle fait maintenant partie intégrante de notre mode de vie, à la maison et au travail. Nous vivons «à l'heure électrique».

Le prix de l'électricité a augmenté, suivant en cela les bonds enregistrés par le prix des combustibles fossiles. Environ 42% de l'électricité produite en Ontario en 1976 provenait de combustibles fossiles importés par la province.

Nos chercheurs travaillent constamment à la découverte de nouveaux moyens d'enrayer la pollution écologique causée par les centrales thermiques. Ces recherches et mises au point augmentent le coût de l'électricité. C'est pourquoi nous devons économiser l'énergie et diminuer notre consommation de base, afin de limiter la croissance des coûts et la construction de nouvelles centrales électriques.

Les exercices proposés dans les sections suivantes vous feront prendre conscience de notre consommation domestique d'électricité et de la façon dont on peut la diminuer en adoptant une nouvelle méthode : celle de l'économie d'énergie. Ils vous amèneront, par ailleurs, à réfléchir sur les valeurs rattachées à la consommation d'énergie. La modification de nos valeurs actuelles en matière d'énergie est peut-être la clef de l'adoption de mesures d'économie raisonnables, tant individuelles que collectives.

Objet de l'unité d'étude

Cette unité d'étude est divisée en sections qui regroupent les exercices par domaine. La plupart des exercices proposent soit des activités aux élèves (collecte de données ou économie d'énergie), soit des études ou discussions destinées à clarifier et, le cas échéant, à modifier leurs opinions.

La plupart des exercices de la première section, «Initiation au sujet», ont trait au compteur électrique, dont sont équipées presque toutes les maisons. Quelques autres notions de base et un jeu sur l'économie d'énergie complètent la section.

Dans la deuxième section, «Puissance électrique – énergie et vérification», la distinction entre puissance et énergie est soigneusement établie. Des exercices faisant appel aux deux notions et portant sur des appareils électriques constituent l'ossature de cette section.

La principale section de l'unité d'étude est la troisième : «Conversion de l'énergie électrique à usage domestique». Elle contient nombre d'exercices relatifs aux appareils électriques et électroménagers que l'on trouve dans une maison.

Les exercices de la quatrième section «Économie d'énergie = économie d'argent», utilisent les données d'un compte d'électricité pour analyser le coût de l'énergie électrique. Cet aspect du problème est relié aux exercices précédents.

La section 5, «Déficit énergétique», élargit le débat à la collectivité et aux autres secteurs de la société. On y analyse les problèmes relatifs à la production et au transport de l'électricité.

La sixième, «Plan d'action», suggère aux élèves certaines activités qui peuvent s'effectuer à la fin de l'unité d'étude.

La dernière partie contient des tableaux de données, un glossaire et une bibliographie.

Précisons que les exercices de cette 3e partie sont liés aux notions présentées dans la 2e partie sur le chauffage. L'étude de ces deux systèmes d'énergie et des systèmes des autres parties vise à démontrer qu'il n'existe qu'un seul et même système global de livraison d'énergie sur la planète.

Utilisation du document

Ce document est destiné aux élèves des cycles intermédiaire et supérieur. Les enseignants doivent donc choisir les travaux et exercices en fonction de l'âge des élèves.

Il est préférable que les exercices soient proposés aux élèves sous leur forme intégrale, si possible par moyen de reprographie. Ils ne sont pas numérotés de façon que l'enseignant puisse effectuer un choix; il n'est pas nécessaire que les élèves effectuent tous les exercices.

Même si la plupart des exercices s'intègrent particulièrement bien dans les cours de sciences, nous espérons que toutes les disciplines intéressées par l'analyse du problème de l'énergie dans la société y feront appel. Le temps consacré à cette unité d'étude dépendra des horaires prévus à cet effet dans le programme.

Avertissement

L'électricité représente indéniablement un danger pour ceux qui n'appliquent pas les mesures élémentaires de prudence. Comme le feu, l'électricité interdit toute imprudence, car elle peut entraîner de graves accidents. Les exercices de cette unité d'étude ont été conçus de façon à assurer la sécurité des élèves. Toutefois, les enseignants devraient rappeler aux élèves les précautions élémentaires qu'ils doivent observer en manipulant les appareils électriques (en particulier ceux qui font l'objet d'exercices).

1. Initiation au sujet

Cette section débute par quelques exercices destinés à faire découvrir aux élèves les diverses utilisations de l'énergie électrique et l'importance de l'économiser. Nous proposons des activités sur la structure et l'exploitation de l'Hydro-Ontario, pratiquement la seule productrice de cette forme d'énergie dans la province.

Les exercices portant sur la lecture d'un compteur électrique nécessitent que les élèves vérifient tous les jours la consommation d'énergie de leur maison. Celle-ci fait partie du secteur domestique de notre société. Ainsi, les élèves peuvent évaluer la quantité d'énergie consommée dans leur maison par rapport à d'autres membres de la collectivité.

Kazam, un jeu semblable au Parchési, est également proposé aux élèves afin de les aider à évaluer les quantités relatives d'énergie utilisées par divers appareils et à faire la distinction entre les bonnes et les mauvaises façons de les utiliser.

Points de départ

Voici quelques idées qui vous permettront d'introduire le sujet de l'énergie électrique auprès de vos élèves. Faites un choix parmi les idées suivantes ou mettez au point votre propre méthode en fonction des particularités de votre classe. Les exercices présentés dans la section ont été spécialement écrits à l'intention des élèves et peuvent donc leur être présentés sans modification.

Constituez un recueil de coupures de presse traitant de l'économie d'énergie et, plus particulièrement, de l'énergie électrique, puis organisez une discussion en classe à propos de l'économie d'énergie. Incorporez à votre présentation des extraits d'émissions radiophoniques ou télévisées sur le sujet.

Examinez soigneusement la salle de classe et notez :

1. tout appareil consommant, à cet instant, de l'électricité;

2. tout appareil qui, lorsqu'il fonctionne, utilise directement de l'électricité;

3. les produits manufacturés dont la production n'a pas nécessité d'électricité (ils sont rarissimes à notre époque!).

Organisez un débat en classe et faites voter les élèves sur la nécessité d'économiser l'énergie. (Est-ce *réellement* indispensable?) Lorsque la classe aura terminé l'étude de cette unité, vous ferez voter de nouveau les élèves.

Tous les jours nous utilisons, directement ou indirectement, un grand nombre d'appareils électriques qui nous simplifient la vie. Chaque fois que nous nous en servons, nous transformons de l'énergie électrique en d'autres formes d'énergie.

Énumérez vos utilisations de l'électricité et classez-les par ordre d'utilité. Décrivez ce que serait notre vie sans les services que nous rend l'électricité. Servez-vous d'une échelle allant de l'«impossibilité de survivre» au «luxe le plus raffiné». Pensez-vous que le bonheur soit proportionnel à la consommation d'énergie? Réfléchissez aux utilisations de l'énergie qui vous semblent superflues. Quelles sont celles dont vous accepteriez de vous priver?

Énumérez les diverses formes d'énergie que vous utilisez et qui sont le résultat d'une conversion d'énergie électrique. Nommez, chaque fois, les appareils de conversion. Dans certains cas, la conversion produit plusieurs types d'énergie; énumérez-les à la suite du nom de l'appareil et classez-les sous la rubrique «sous-produit» ou «énergie perdue».

À présent, tâchons de déterminer qui vous fournit cette forme propre et silencieuse d'énergie. Comme vous avez pu le constater au cours des premiers exercices, l'utilisation de l'électricité est pratiquement universelle.

Hydro-Ontario

L'Hydro-Ontario, soit directement, soit par les 352 entreprises municipales de services publics qu'elle coexploite, répond à plus de 90% des besoins d'électricité de la province. Le solde est fourni par des entreprises privées et par quelques compagnies qui font une autoconsommation de leur production. En général, l'Hydro-Ontario s'occupe de la production et du transport de l'énergie électrique et de sa vente aux entreprises municipales de services publics. Elle joue également un rôle d'organisme central de contrôle, qui approuve et oriente les règles d'exploitation de ces entreprises de services publics. Dans la plupart des villes et dans beaucoup de villages et de zones urbaines de forte densité, les entreprises municipales de services publics possèdent et exploitent les réseaux de distribution de l'énergie électrique. Dans quelques rares cas, l'Hydro-Ontario effectue directement la distribution au détail.

★Pendant l'étude de la rubrique consacrée à l'Hydro-Ontario, la classe ou le groupe peut charger un ou plusieurs élèves de s'informer sur l'Hydro-Ontario, en commençant par les questions suivantes :

1. Quelle est la structure et la juridiction de l'Hydro-Ontario et de qui tient-elle ses pouvoirs?

2. Quel est l'historique de l'Hydro-Ontario et quels sont ses projets actuels?

3. À part les combustibles fossiles et l'uranium, l'Hydro-Ontario s'intéresse-t-elle à d'autres sources primaires? Que pense l'Hydro-Ontario de la possibilité d'utiliser l'énergie solaire, les convertisseurs de l'énergie chimique des carburants (fuel cells), le vent, etc., en vue de produire de l'énergie électrique?

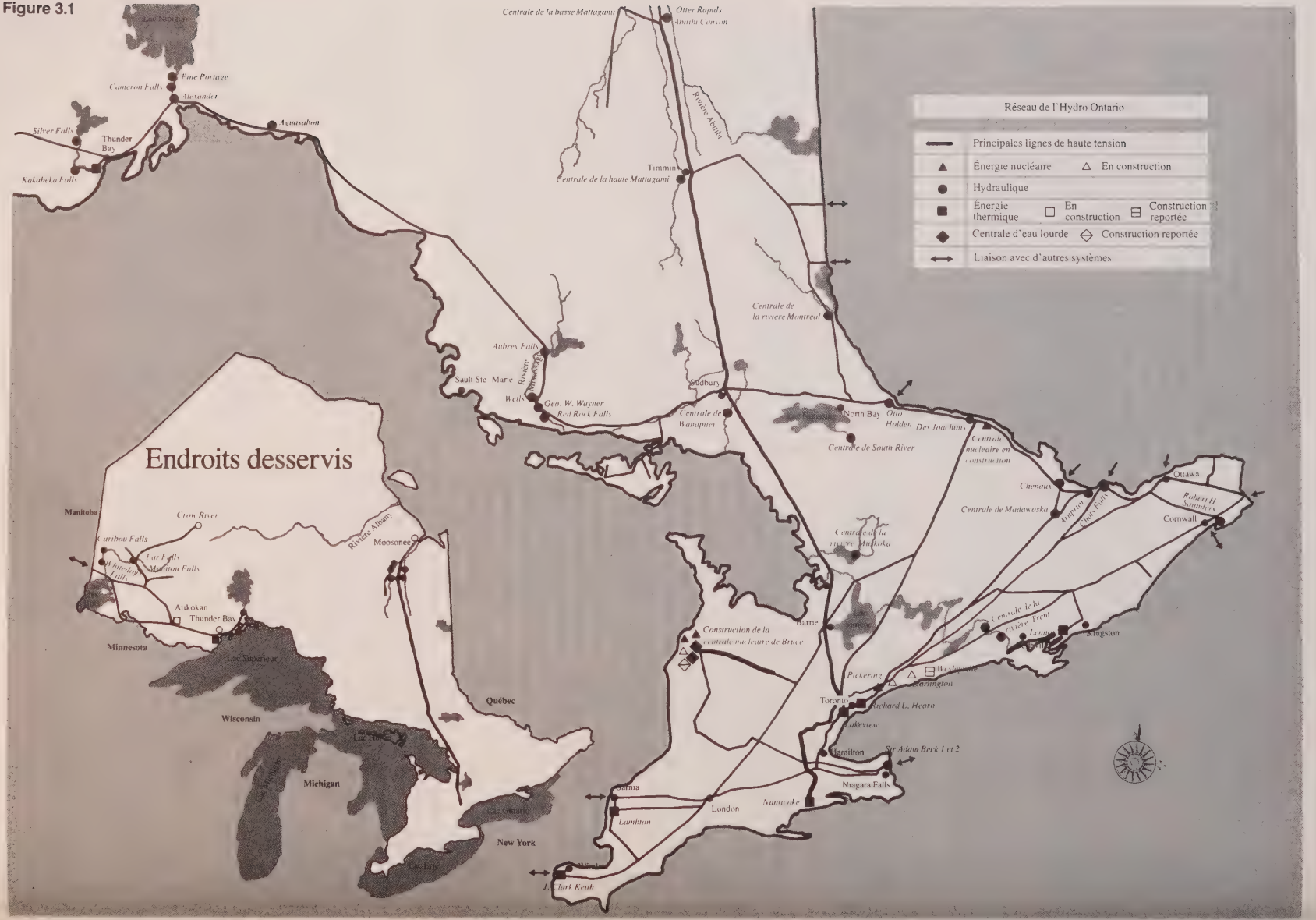
4. Déterminez si l'énergie que vous utilisez provient directement de l'Hydro-Ontario ou d'une entreprise municipale de services publics. (Examinez les comptes d'électricité que vous recevez!)

★1. Consultez, à la page suivante, la carte (figure 3.1) des centrales de l'Hydro-Ontario et du flux d'énergie et déterminez : a) la centrale la plus proche de chez vous (Pouvez-vous la visiter? L'Hydro-Ontario permet-elle et encourage-t-elle les visites?); b) l'emplacement de la centrale de distribution la plus proche.

2. Que signifie l'expression *réseau électrique national* et qu'a-t-elle à voir avec les connexions et interconnexions indiquées?

3. Dans quels cas l'Hydro-Ontario peut-elle décider d'exporter (ou d'importer) de l'énergie électrique?

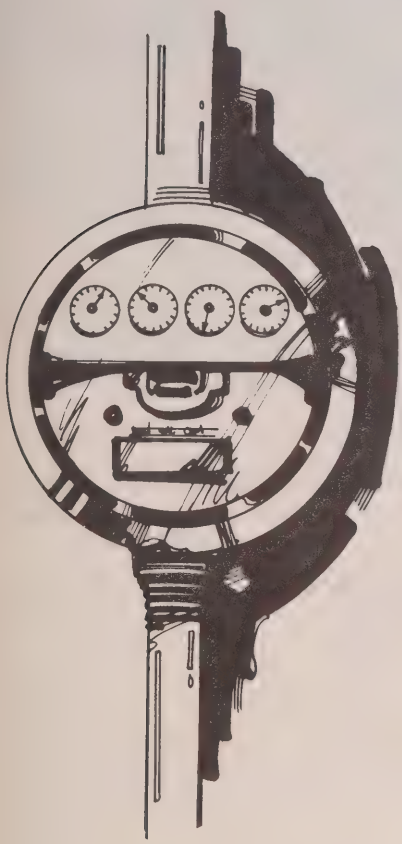
Figure 3.1


Réseau de l'Hydro Ontario
Principales lignes de haute tension
Énergie nucléaire
En construction
Hydraulique
Énergie thermique
En construction
Construction reportée
Centrale d'eau lourde
Construction reportée
Liaison avec d'autres systèmes
Endroits desservis
Lac Nipigon
Pine Portage
Cameron Falls
Alexander
Silver Falls
Thunder Bay
Kakabeka Falls
Agnasabon
Centrale de la basse Mattagami
Otter Rapids
Abitibi Canyon
Rivière Abitibi
Timmins
Centrale de la haute Mattagami
Centrale de la rivière Montreal
Aubrey Falls
Rivière Spanish
Sault Ste Marie
Wells
Geo. W. Wayner
Red Rock Falls
Sudbury
Centrale de Wanapitei
North Bay
Otto Holden
Des Joachims
Centrale de South River
Centrale nucléaire en construction
Chenaux
Centrale de Madawaska
Ottawa
Robert H Saunders
Cornwall
Arnprior
Chats Falls
Centrale de la rivière Mukoka
Manitoba
Crow River
Caribou Falls
Whitedog Falls
Lac Eels
Manitou Falls
Rivière Albany
Moosonee
Atikokan
Thunder Bay
Minnesota
Lac Supérieur
Wisconsin
Québec
Michigan
Lac Michigan
Lac Huron
Lac Ontario
New York
Lac Erie
Construction de la centrale nucléaire de Bruce
Barrie
Centrale de la rivière Trent
Lennox
Kingston
Pickering
Darlington
Toronto
Richard L. Hearn
Lakeview
Hamilton
Sir Adam Beck 1 et 2
Niagara Falls
Nanticoke
Sarnia
London
Lambton
St Clark Keith

Compteur électrique

L'énergie produite et distribuée par votre entreprise de services publics parvient jusqu'à votre maison où elle permet d'accomplir un grand nombre de tâches.

L'énergie coûte cher; afin de surveiller votre consommation, l'entreprise de services publics vous installe un compteur. Ce compteur est relevé régulièrement et sert à établir votre compte d'électricité. Nous allons faire plusieurs exercices sur les compteurs, afin que vous puissiez vous faire une idée de votre consommation (ou peut-être gaspillage) d'énergie électrique.



★ Déterminez où se trouve le compteur électrique de votre maison. Il se trouve généralement à l'extérieur, sur la façade, ou accroché au mur du sous-sol près du fusible principal et du panneau des interrupteurs. Dans un appartement, le compteur se trouve généralement au sous-sol. Si vous n'arrivez pas à le trouver, demandez au concierge de l'immeuble de vous en indiquer l'endroit.

★ Déterminez où se trouve le compteur électrique de l'école; un élève sera chargé d'effectuer régulièrement le relevé du compteur.

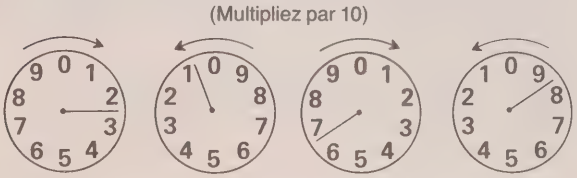
Votre compteur électrique joue un rôle important. Il mesure la consommation d'énergie électrique de vos lampes et de vos appareils électriques. Apprenez à en faire le relevé afin de déterminer la consommation quotidienne de votre famille. En conservant vos relevés, vous pourrez contrôler l'efficacité des programmes d'économie d'énergie que vous mettrez sur pied.

Certains compteurs permettent de faire une lecture directe grâce à un cadran enregistreur de type odomètre, d'autres sont munis de cadrans identiques à ceux des figures ci-dessous. Les cadrans se lisent généralement de gauche à droite. Lorsque la flèche est située entre deux chiffres, il faut lire le chiffre inférieur. Faites attention, l'aiguille de certains cadrans tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.

Votre compteur peut avoir de quatre à cinq cadrans. Pour obtenir la consommation en kilowatts-heures, il faut faire le relevé des cadrans et utiliser le coefficient de lecture (le cas échéant) inscrit sur le compteur.

Votre compteur électrique, tout comme l'odomètre d'une voiture, indique une quantité cumulative, à savoir la consommation totale d'énergie électrique à ce jour mesurée en kilowatts-heures (kW•h). Les tableaux de la section 7 permettent d'effectuer les conversions en mégajoules (MJ).

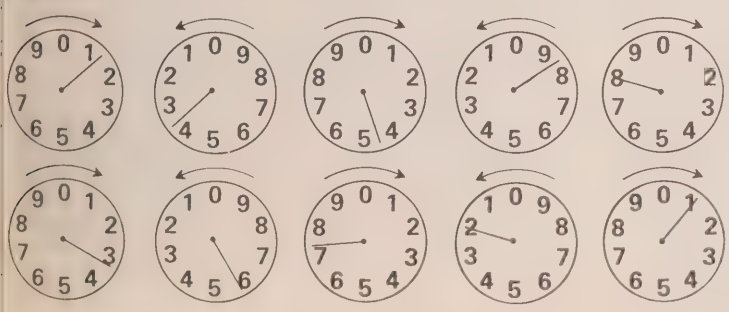
Figure 3.2



Il faut lire : 20 680. (20 685 est également une bonne réponse.)

Pensez-vous que le nombre de kilowatts-heures de la figure 3.3 correspond à la quantité totale d'énergie électrique convertie en une journée, en un mois, en une année, ou pendant une période plus longue pour une maison «normale»? Convertissez cette quantité en mégajoules (MJ).

Figure 3.3



★ **À votre tour!**

Premier relevé = _____ kW•h

Deuxième relevé = _____ kW•h

Différence = _____ kW•h

La flèche indique dans quelle direction tourne l'aiguille.

Tableau 3.1

Date	Heure	Relevé du compteur	Énergie consommée depuis le relevé précédent (kW·h)	Nombre de jours depuis le relevé précédent (j)	Consommation moyenne d'énergie par jour en kilowatts-heures (kW·h/j)	Variation de la consommation journalière (+ ou −)
11 03 1977	13 h 30	86 230				
13 03 1977	13 h 45	86 859	629	2	314,5	

★Construisez sur un morceau de carton les cadrans du compteur et munissez-les d'une aiguille mobile. Servez-vous de cette maquette pour apprendre à d'autres personnes à faire le relevé d'un compteur.

★Un matin, avant de partir pour l'école, faites le relevé de votre compteur et notez-le sur un bout de papier. Puis, exceptionnellement, branchez ou allumez tous les appareils et systèmes électriques que généralement vous éteignez ou débranchez avant de partir, comme les lampes, la télévision, la radio, etc. Laissez-les fonctionner durant toute la journée et toute la soirée (pas la nuit cependant!). Le lendemain matin, faites de nouveau un relevé du compteur. Puis, contrairement à la veille, économisez l'électricité en ne laissant allumés ou branchés que les appareils ou systèmes absolument indispensables. Le lendemain matin, faites un troisième relevé du compteur. Comparez le nombre de kilowatts-heures utilisés le premier jour (relevé n° 2 − relevé n° 1) à celui du deuxième jour (relevé n° 3 − relevé n° 2). Quelle est la différence de kilowatts-heures entre les deux jours? Calculez, en pourcentage, le nombre de kilowatts-heures économisés par rapport au premier jour.

★Si vous désirez réaliser les exercices suivants à l'école, parlez-en d'abord au responsable des bâtiments scolaires, puis mettez sur pied une méthode de relevé quotidien du compteur. Invitez le responsable des bâtiments à venir donner en classe une vue d'ensemble de la consommation d'énergie électrique effectuée par l'école. (Intéressez le responsable des bâtiments à votre projet.) Où pense-t-il que l'école pourrait effectuer des économies d'énergie électrique? Des mesures ont-elles déjà été prises à cet effet?

★Construisez un tableau (semblable au tableau 3.1) afin d'enregistrer vos relevés de compteur. Il doit comporter suffisamment de lignes pour permettre d'inscrire les relevés quotidiens pendant un mois.

Le meilleur moment pour effectuer le relevé de compteur quotidien est déterminé par deux facteurs : une heure fixe où vous êtes libre; une période de faible consommation.

★Faites le relevé de votre compteur chaque jour pendant une semaine. Calculez le nombre moyen de kilowatts-heures utilisés chaque jour et le nombre de kilowatts-heures utilisés quotidiennement par personne. Comparez ce dernier chiffre avec ceux des autres membres de votre classe ou de votre groupe et établissez une moyenne de classe ou de groupe.

★Transformez le nombre moyen de kilowatts-heures par jour et par personne en joules par jour et en nombre d'«esclaves énergétiques» à l'aide du tableau situé à la fin de la section 7.

★Faites le relevé de votre compteur électrique chaque jour à la même heure pendant une semaine. Par soustraction, établissez le nombre de kilowatts-heures utilisés chaque jour et portez ces indications sur un graphique à tuyaux d'orgue. Essayez d'expliquer les variations de consommation quotidienne. En utilisant cette même méthode, mais une fois par semaine, vous pouvez facilement surveiller votre consommation d'énergie électrique. Vous êtes à même de percevoir l'effet direct et immédiat des décisions que vous prenez. De cette façon, vous pouvez contrôler l'efficacité de tout programme d'économie et voir si les résultats correspondent à vos prévisions.

Si, vivant en appartement, vous ne disposez pas de compteur individuel, il y a de fortes chances que l'électricité soit comprise dans le loyer. De quelle façon la note collective est-elle partagée entre les appartements? En quoi cela modifie-t-il vos mesures d'économie d'énergie?

★Faites une enquête auprès des locataires de votre immeuble pour savoir ce qu'ils pensent de la question d'économie d'électricité. Tiennent-ils compte inconsciemment du fait qu'ils n'ont pas à payer directement l'énergie qu'ils consomment?

Demande future d'électricité

La capacité totale de production qui sera mise en place dans les années à venir va dépendre dans une large mesure des exigences des Canadiens en matière d'énergie électrique. Au cours des années passées, le rythme de consommation a augmenté d'environ 7% par an (6,6% entre 1950 et 1975) (cf. tableau 3.2).

Tableau 3.2

Pour le Canada : Prévision de la puissance installée de production électrique – Hypothèse de forte croissance (mégawatts)

	Hydraulique	Nucléaire	Autre**	Total
1975*	36 800	2 660	20 080	59 540
1980	46 700	6 900	25 400	79 100
1985	61 900	17 800	31 400	111 100
1990	72 500	29 500	49 800	151 800

Remarque. L'hypothèse de forte croissance reflète les plans d'expansion des services publics provinciaux à la fin de 1975. Elle ne tient pas compte des annonces récentes au sujet des retards dans les programmes d'expansion.

* Estimation

** Autre comprend l'énergie électrique produite à partir du charbon, du pétrole et du gaz naturel.

Dans le cas d'une forte croissance, la puissance totale de production électrique passerait d'environ 60 000 MW en 1975 à environ 152 000 MW en 1990. Une telle expansion serait destinée à satisfaire la demande d'électricité au Canada, qui continue d'augmenter à un taux moyen d'environ 7% par an, et elle correspond aux projets d'expansion des services publics, déterminés par une enquête auprès des services d'électricité effectuée par le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources (EMR) vers la fin de 1975. Les adjonctions comprendraient : près de 40% ou environ 35 000 MW de puissance hydro-électrique, principalement en Colombie-Britannique (11 000 MW), au Manitoba (4 500 MW) et au Québec (17 000 MW); 31% ou 29 000 MW de puissance thermique dans des centrales classiques alimentées au charbon ou

au pétrole, surtout en Colombie-Britannique (4 000 MW), en Alberta (5 000 MW) et en Ontario (12 000 MW), mais également en Saskatchewan, au Québec et dans les provinces Maritimes; 29% ou près de 27 000 MW de puissance nucléaire, en Ontario (19 300 MW), au Québec (5 100 MW) et dans les provinces Maritimes (2 400 MW).

À l'aide des données du tableau 3.2, réalisez le graphique de la demande extrapolée du Canada, en gigawatts, de 1975 à 1990. Servez-vous de différentes couleurs pour représenter chacune des colonnes : hydraulique, nucléaire, autre et total.

Utilisez les informations du passage reproduit en page 6 pour construire un graphique à tuyaux d'orgue indiquant les augmentations prévues en matière de puissance installée de production électrique. Ombrez la part de l'Ontario et tirez les conclusions qui s'imposent.

★ Pour un certain nombre de raisons, que l'on trouvera exposées dans les dernières sections de cette unité d'étude, on ne peut raisonnablement espérer soutenir une croissance de 7%. Énumérez les raisons qui, selon vous, s'y opposent. Nous vous demanderons plus tard de détailler votre réponse.

★ Utilisez les données du tableau 3.3 pour dessiner un graphique semblable à celui de l'hypothèse de forte croissance. Quelles seraient selon vous les conséquences de ce taux de croissance sur les prévisions de l'Hydro-Ontario? Reportez-vous aux conclusions auxquelles vous êtes parvenu après avoir effectué l'exercice précédent.

Figure 3.4

Consommation moyenne d'énergie électrique par personne et par jour au Canada

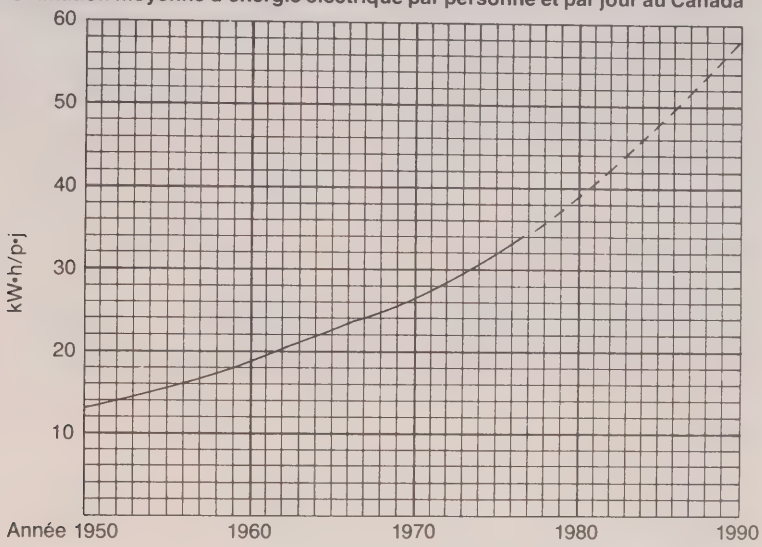


Tableau 3.3

Pour le Canada : Prévision de la puissance installée de production électrique – Hypothèse de faible croissance (mégawatts)

	Hydraulique	Nucléaire	Autre**	Total
1975*	36 800	2 660	20 080	59 540
1980	42 500	6 200	23 700	72 400
1985	55 500	12 800	29 500	97 800
1990	66 200	22 200	36 800	125 200

Remarque. L'hypothèse de faible croissance a été établie au ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources et représente un programme d'expansion de la puissance en vue de répondre à l'augmentation de la charge qui s'accroît en moyenne de 5,5% par an de 1976 à 1990.

* Estimation

** Autre comprend l'énergie électrique produite à partir du charbon, du pétrole et du gaz naturel.

La demande énergétique de chaque personne n'est pas constante. Nous essayons d'augmenter notre niveau de vie, ce qui signifie que nous consommons plus d'énergie. La figure 3.4 présente les variations de la demande moyenne d'énergie électrique par personne au Canada de 1950 à 1990.

Si les prédictions de ce graphique sont correctes, la demande individuelle d'énergie électrique sera multipliée par 4 de 1950 à 1990. Si l'on ajoute à cela le doublement prévu de la population (plus précisément sa multiplication par 2.2) durant la même période, la demande réelle d'énergie devrait être multipliée par $2.2 \times 4 = 9$ d'ici 40 ans.

★ Comparez la valeur indiquée à la figure 3.4 pour la production d'électricité par personne de cette année à la quantité d'énergie électrique par personne qu'utilise votre famille annuellement. Comment expliquez-vous cette différence?

★ À l'aide du graphique et des estimations de population pour le Canada (cf. tableaux de la section 7), déterminez la demande d'énergie totale prévue pour les Canadiens (en kilowatts-heures ou en gigajoules) de 1950 à 1990.

★ Utilisez les calculs d'esclaves énergétiques de la section 7 pour convertir le nombre de kilowatts-heures par personne et par jour en «esclaves énergétiques électriques». Effectuez les conversions pour 1970, 1975 et 1980.

★ Tirez vos conclusions en utilisant les connaissances acquises au cours des exercices précédents.

Kazam : un jeu sur l'économie d'énergie électrique

Kazam est un jeu sur l'économie d'énergie qui intéressera toute la classe et même votre famille; tout le monde peut y jouer à partir de 5 ans. Les règles sont faciles, le jeu passionnant et, surtout, il permet d'apprendre quelques règles de base en matière d'économie d'énergie électrique.

Le jeu comprend les éléments suivants :

1. Règles du jeu
2. Cartes
3. Pions
4. Surface de jeu

Vous n'avez besoin que d'un dé. (Si vous n'en n'avez pas, utilisez un cube de sucre sur les faces duquel vous aurez tracé des points à l'encre.) Pour rendre la surface de jeu rigide et solide, collez-la sur un morceau de carton. Même chose pour les pions et les cartes.

Règles

1. Chaque carte représente soit une bonne soit une mauvaise idée en matière d'économie d'énergie. Les cartes précisent si l'idée est bonne ou mauvaise, sauf quelques-unes. Pour ces dernières, les joueurs décident ensemble si l'idée est bonne ou mauvaise et l'inscrivent sur le dos des cartes. Ils doivent ensuite classer toutes les cartes par ordre d'importance de 1 à 10. Par exemple, s'ils estiment que l'idée n'a pas d'importantes répercussions, ils inscrivent sur la carte «Avancez de deux cases» ou «Reculez de deux cases». S'ils pensent que l'idée peut avoir des conséquences très importantes, ils inscrivent sur la carte «Avancez de dix cases» ou «Reculez de dix cases». On doit s'efforcer d'utiliser tous les chiffres. Au fur et à mesure que vous progresserez dans l'étude de la présente unité d'étude, vous découvrirez la valeur relative de certaines des idées et serez vraisemblablement amené à modifier les chiffres inscrits au dos des cartes.

2. Toutes les cartes sont mélangées et disposées sur la table, le recto de la carte vers le haut.

3. Chaque joueur choisit un pion et le place à la gauche du nº 1, juste en dehors de la surface de jeu.

4. Chaque joueur lance le dé (un seul); celui qui a obtenu le chiffre le plus élevé commence. Pour pouvoir entrer dans la partie, il faut faire un six. Après avoir obtenu un six, le joueur relance et avance son pion d'un nombre de cases égal à l'indication du dé.

5. Le joueur dont le pion parvient sur une case «TIREZ UNE CARTE» doit prendre la carte du dessus du paquet et avancer ou reculer son pion du nombre de cases inscrit par le groupe sur la carte. Si, par exemple, un joueur tombe sur la case 3, il tire une carte : si cette carte lui demande d'avancer de 4 cases, il doit déplacer son pion à la case 7; si elle lui demande de reculer de 4 cases, il revient au départ. Il faut nécessairement réussir un six pour retourner dans le jeu.

6. Le joueur qui a tiré une carte doit la replacer sous le tas, le recto de la carte vers le bas. Lorsque toutes les cartes ont été tirées, un des joueurs les bat de nouveau et les dispose sur la table, le recto vers le haut.

7. Le joueur qui se retrouve sur une illustration doit suivre la flèche indiquée par le fil électrique : certaines font avancer, d'autres reculer.

8. Le premier joueur qui atteint 100 (un visage réjoui) gagne la partie. Il doit cependant faire le nombre de cases exact pour pouvoir gagner; par exemple, un joueur qui se trouve sur la case 99 doit faire un 1, etc.

9. Une fois le gagnant déclaré, les autres joueurs peuvent se disputer les deuxième et troisième places.

10. Plusieurs joueurs peuvent se trouver sur la même case en même temps.

KAZAM

Branchez-vous!

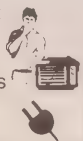
PIONS

Découpez les pions et collez-les sur des cercles de carton.

Découpez la feuille le long de cette ligne et collez-la sur un morceau de carton

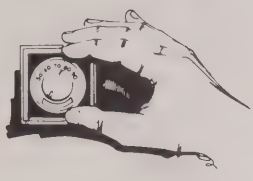
	99	Vous avez laissé couler le robinet d'eau chaude	97
81	82	TIREZ UNE CARTE	84
80	TIREZ UNE CARTE	78	77
61	62	Vous avez laissé la vaisselle sécher toute seule	64
60	59	58	TIREZ UNE CARTE
41	42	TIREZ UNE CARTE	44
40	39	38	37
21	22	23	TIREZ UNE CARTE
Vous avez dissuadé votre famille d'acheter une brosse à dents électrique	19	18	17
1	2	TIREZ UNE CARTE	4

The R. W. B. Jackson
Library
OISE

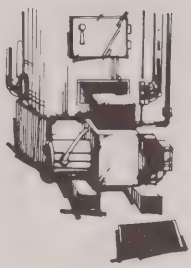
96	95	94	93	92	TIREZ UNE CARTE
Vous avez pris une douche rapide au lieu d'un bain	86	87	88	TIREZ UNE CARTE	90
76	75	TIREZ UNE CARTE	73	72	71
65	66	67	68	69	TIREZ UNE CARTE
56	55	54	TIREZ UNE CARTE	52	51
45	46	Vous avez installé un climatiseur dans votre pièce 	48	49	50
36	Vous avez éteint votre lampe de chevet avant de descendre	34	33	TIREZ UNE CARTE	31
25	26	27	28	29	30
16	TIREZ UNE CARTE	14	13	12	11
5	Vous n'avez pas débranché la bouilloire électrique	7	8	TIREZ UNE CARTE	10

Cartes

Votre père baisse le thermostat le soir.



Votre père a changé le filtre de la chaudière, d'où un meilleur rendement du moteur.



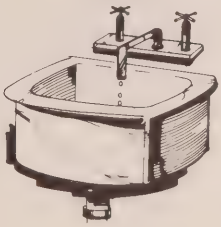
En prenant un bain, vous avez utilisé beaucoup plus d'eau que si vous aviez pris une douche.

Votre mère a étendu le linge dehors sur un fil à sécher au lieu d'utiliser la sécheuse électrique.

Vous avez lavé la vaisselle dans l'évier au lieu d'utiliser le lave-vaisselle.

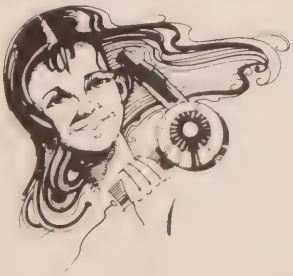
Vous avez pensé à éteindre la lampe du couloir en quittant votre chambre.

Vous avez fermé le robinet d'eau chaude qui gouttait.

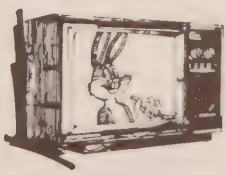


Vous avez pris une douche au lieu de votre bain habituel.

Vous avez utilisé le sèche-cheveux au lieu d'une serviette.



Vous avez laissé la télévision allumée alors que plus personne ne la regardait.



Avancez de_____

Reculez de_____
Avancez de_____

Avancez de

Reculez de_____

Avancez de_____

Reculez de_____
Avancez de_____

Reculez de_____
Avancez de_____

Avancez de

Reculez de

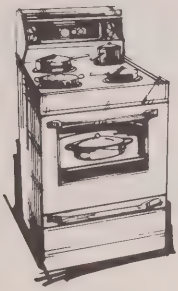
Reculez de_____
Avancez de_____

Cartes

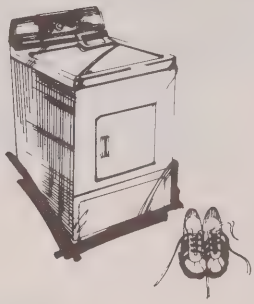
Votre père a baissé le thermostat du chauffeau.

Vous avez laissé la porte du réfrigérateur ouverte.

Vous avez utilisé le four et les quatre éléments pour le dîner.

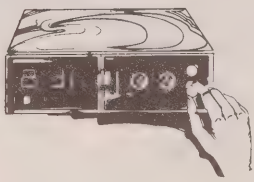


Vous avez utilisé la sécheuse pour sécher vos chaussures de sport.

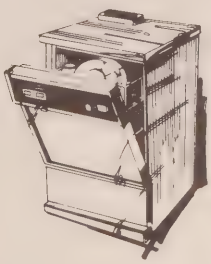


Trop paresseux pour aller chercher une autre couverture, vous vous êtes servi de la couverture électrique.

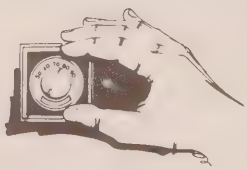
Vous avez laissé la radio allumée ce matin.



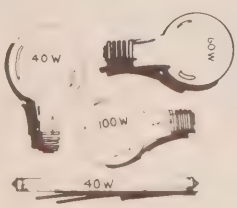
Vous avez utilisé le lave-vaisselle à demi rempli au lieu d'utiliser l'évier.



Vous avez monté le thermostat au lieu de vous mettre un pullover.



Votre père a remplacé plusieurs ampoules électriques de 100 watts par des ampoules de 60 ou de 40 watts.



Vous avez demandé à vos parents qu'ils installent un climatiseur dans votre chambre, sous prétexte que «vous ne supportiez pas» la chaleur.

Reculez de

Avancez de

Reculez de
Avancez de

Reculez de
Avancez de

Reculez de

Reculez de

Reculez de

Reculez de
Avancez de

Reculez de

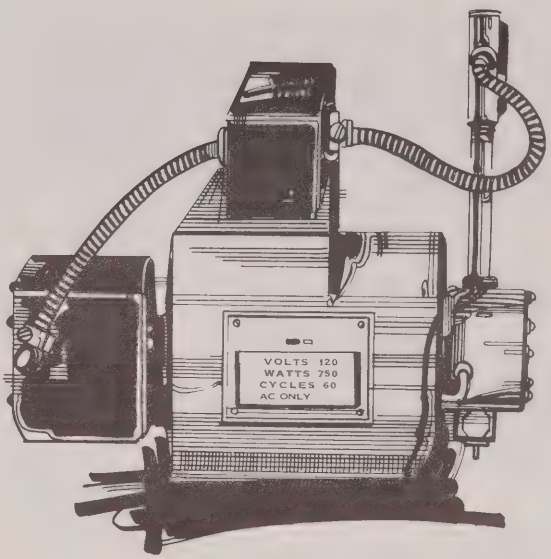
Reculez de
Avancez de

2. Puissance électrique – énergie et vérification

Introduction

Il est important de connaître la *puissance* d'un appareil électrique, c'est-à-dire le rythme auquel il consomme de l'énergie. Les exercices et les tableaux de la présente section permettront aux élèves d'évaluer la puissance de la plupart des appareils à usage domestique utilisés dans un milieu urbain ou rural. L'un des exercices indique comment mesurer directement à l'aide du compteur électrique la puissance d'un appareil.

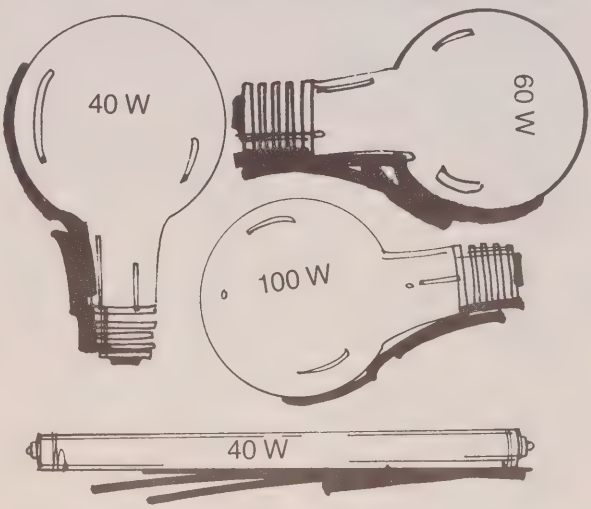
L'*énergie* consommée par un appareil dépend du rythme de consommation et de la durée d'utilisation de l'appareil. Les activités que nous vous proposons vont vous apprendre à calculer l'énergie convertie par les appareils électriques au cours d'une journée, d'une semaine, d'un mois ou d'une année. Les exercices s'accompagnent des tableaux et diagrammes voulus.



Calcul de la puissance des appareils électriques

Puissance. *Le rythme auquel un appareil électrique convertit l'énergie.*

Avant de pouvoir déterminer la quantité d'énergie consommée par un appareil électrique, il nous faut tout d'abord savoir à quel rythme il consomme de l'énergie. Une ampoule électrique utilise-t-elle en une heure plus ou moins d'énergie qu'un réfrigérateur? Pour répondre à cette question, il est nécessaire de connaître la puissance de l'appareil. Une ampoule de 100 watts, par exemple, utilise 100 J d'énergie par seconde. *Un watt est, par définition, un J/s (un joule par seconde).* La puissance en watts d'un appareil se détermine (ou s'estime, faute de mieux) par différentes méthodes.



Déterminez par lecture directe, dans la mesure du possible, la puissance des appareils électriques qui se trouvent chez vous. Occupez-vous en premier lieu de ceux qui vous semblent consommer le plus d'énergie. Si vous n'y arrivez pas, consultez des catalogues d'appareils électriques ou faites des estimations à partir des tableaux fournis. Voici quelques conseils utiles :

1. *Moteurs*

– Ne vous occupez d'aucun des chiffres indiqués à l'exception du nombre de watts. C'est ce dernier qui permettra de calculer la consommation d'énergie.

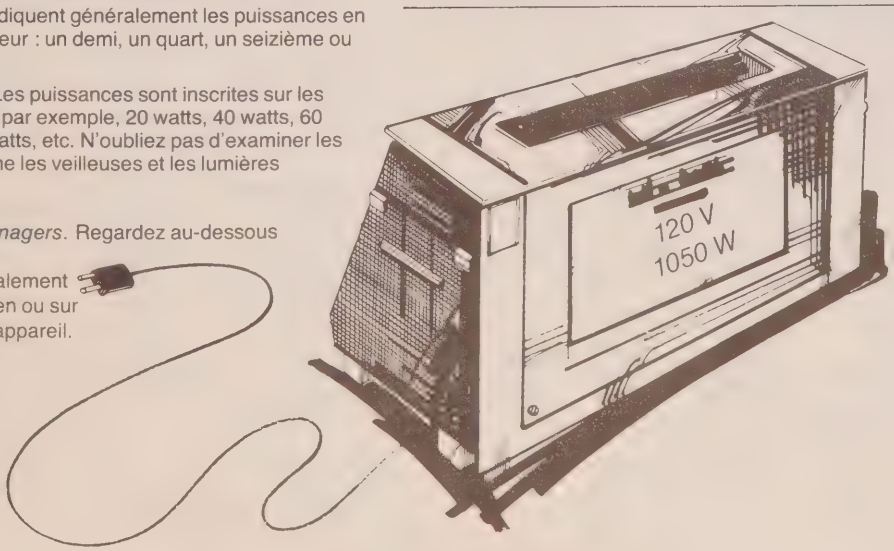
– Les chaudières à mazout ont deux moteurs : le premier injecte le mazout, le second fait circuler l'air ou l'eau.

– Si la puissance du moteur est donnée en chevaux-vapeurs, convertissez-la en watts, à l'aide des tableaux de la section 7.

– Les petits moteurs indiquent généralement les puissances en fractions de cheval-vapeur : un demi, un quart, un seizième ou un vingtième.

2. *Ampoules et tubes.* Les puissances sont inscrites sur les ampoules et les tubes : par exemple, 20 watts, 40 watts, 60 watts, 100 watts, 150 watts, etc. N'oubliez pas d'examiner les petites ampoules comme les veilleuses et les lumières d'arbre de Noël.

3. *Appareils électroménagers.* Regardez au-dessous ou au dos de l'appareil. L'information figure également sur le manuel d'entretien ou sur la notice d'emploi de l'appareil.



Calcul de la puissance en watts

Remarque. Pour certains appareils électroménagers, vous devez calculer le nombre de watts consommés à l'aide du voltage et de l'intensité du courant. Le voltage est indiqué en volts (V) et le courant en ampères (A). Prenons l'exemple d'une bouilloire électrique de 120 V et de 12 A. Dans ce cas, on obtient la puissance en watts en multipliant le voltage par l'intensité du courant :

$$120 \text{ V} \times 12 \text{ A} = 1\,440 \text{ W ou } 1{,}44 \text{ kW}$$

La puissance en watts = le voltage en volts × par l'intensité en ampères.

Dans la plupart des cas, il n'est pas nécessaire d'utiliser cette formule, mais elle peut servir à obtenir la puissance en cas de besoin. Chez vous, presque tous les appareils fonctionnent sur du 120 V et l'intensité du courant peut se lire au dos de l'appareil. Les appareils qui consomment énormément d'énergie, comme les cuisinières, les chauffe-eau, les sécheuses, fonctionnent généralement sur 240 V (au lieu de 120 V).

Les tableaux 3.4 et 3.5 indiquent les puissances moyennes et le nombre approximatif de kilowatts-heures consommés mensuellement par les appareils à usage domestique ou agricole les plus couramment utilisés. Les consommations mensuelles

Tableau 3.4

Puissance moyenne et conversion d'énergie des appareils électriques à usage domestique

Appareil	Puissance type (W)	Conversion mensuelle d'énergie (kW·h)
Cuisine et préparation des aliments		
Cuisinière (standard)	12 500	100
Cuisinière (cycle autonettoyant seulement)	3 200	4
Lave-vaisselle	1 300	18
Four électronique	1 450	22
Bouilloire	1 500	12
Poêle à frire électrique	1 150	16
Rôtissoire-four	1 400	10
Cafetière	900	6
Réchaud	1 320	8
Friteuse	1 500	7
Gril de barbecue	1 350	5
Broyeur à déchets	450	3
Grille-pain	1 150	3
Gril (sandwich)	1 160	3
Gaufrier	1 120	2
Couteau à découper	90	1
Mélangeur d'aliments	390	1
Batteur d'aliments	125	1
Ouvre-boîtes	175	1
Batteur à main	100	2
Batteur sur pied	125	2
Rôtissoire	1 400	2
Éclairage incandescent		
Lampe portative (trois intensités)	100	8
Lustre de salon chandelier à 5 ampoules, etc.	300	9
Plafonnier (une ampoule)	60	2
Plafonnier (3 ampoules)	120 total	3
Éclairage fluorescent		
Tube de 4 pieds	50	7
Double tube de 4 pieds	100	15
Divers		
Horloge	2	1
Scie électrique	275	1
Cireuse	300	1
Tondeuse à gazon	1 500	3
Machine à coudre	75	1
Aspirateur	800	4
Coupe-bordure	125	1
Chauffe-moteur	500	40
Perceuse	300	1

Appareil	Puissance type (W)	Conversion mensuelle d'énergie (kW·h)
Ventilateur de chaudière (mazout ou gaz)	250	100
Brûleur à mazout	260	50
Loisirs		
Radio (lampes)	50	8
Radio (transistors)	5	1
Haute-fidélité (lampes)	115	10
(transistors)	30	6
Téléviseur (noir et blanc)	200	30
Téléviseur couleurs	330	40
Confort et santé		
Climatiseur 6 000 BTU/h	935	60-400
Climatiseur 9 000 BTU/h	1 400	90-600
Ventilateur (portatif)	115	4
Sèche-cheveux (portatif)	350	3
Lampe infrarouge	250	1
Radiateur (portatif)	500-1 500	varie en fonction de la puissance et de l'utilisation
Coussin électrique	65	1
Humidificateur (portatif)	100	10
Rasoir	15	1
Lampe solaire	280	1
Brosse à dents	10	1
Déshumidificateur	350	15
Couverture chauffante	180	10
Blanchissage		
Sécheuse	4 800	80
Fer à main	1 000	12
Machine à laver automatique	500	8
Machine à laver non automatique	300	5
Chauffe-eau	4 500	500
Conservation des aliments		
Congélateur (15 pi^3)	335	75
Congélateur sans givre (15 pi^3)	425	90
Réfrigérateur-congélateur (12 pi^3)	300	100
Réfrigérateur-congélateur sans givre (12 pi^3)	500	150

d'énergie en kilowatts-heures indiquées par les tableaux seront expliquées au cours d'exercices ultérieurs.

Calcul de la puissance des appareils électriques

– Dressez une liste de tous les appareils électriques, sans oublier les veilleuses, les ventilateurs de salle de bains, les outils au sous-sol, les ampoules des placards, etc. Vérifiez cette liste auprès des membres de votre famille. Indiquez la puissance en watts à côté de chaque appareil, en en faisant l'estimation s'il y a lieu.

– Ne vous inquiétez pas si vous n'arrivez pas à trouver la puissance de certains appareils.

– Vérifiez votre liste auprès de celles des autres élèves et essayez de trouver dans les journaux ou dans des livres spécialisés des listes de puissances d'appareils.

– N'hésitez pas à faire quelques «suppositions intelligentes» lorsque vous ne connaissez pas la puissance des appareils.

Tableau 3.5

Moyenne estimative de la consommation d'énergie de matériel agricole – Février 1975 (en unités du système métrique)

Matériel	Unité utilisée	Consommation d'énergie kW·h
Général		
Presse à balles	par tonne	3
Égreneuse de maïs (1 à 2 kW)	par tonne	3
Broyeur de maïs	par tonne	5
Transporteur à vis sans fin	par 10 m³	1
Élévateur	par tonne	0,2
– à vis sans fin	par 10 m³	3
– à godets	par 10 m³	1
Ensilage – après découpage	par tonne	1,5
– par soufflerie	par tonne	1
Broyeur de fourrage	par tonne	11
Mélangeur de fourrage	par tonne	1
Nourrisseur automatique	par tonne	2
Clôture électrique	par mois	7
Séchoir à grain – sans chaleur	par mètre cube	40
– chauffé	par mètre cube	8
Séchoir à foin – sans chaleur	par tonne	44
– chauffé	par tonne	14
Déchargeur de silo – fourrage	par tonne	4,5
– maïs	par tonne	2,8
Câble de chauffage du sol	par mètre carré par mois	30
Pompe à eau – de surface	par 10 m³	2
– de fond	par 10 m³	4
Arroseur, sans givre	par année	800
Produits laitiers		
Écrémeuse centrifuge	par mois	3
Appareil à nettoyer l'étable	par vache par mois	1,5
Chauffage de la laiterie		
– câble au sol seulement (3 kW)	par jour d'exploitation	8
– chauffage de la pièce seulement (3 kW)	par jour d'exploitation	10
Refroidisseur de lait	par 100 kg	3
– en bidon	par 45 L (une boîte)	1
– en cuve	par vache par mois	11
Trayeuse	par vache par mois	2
– avec tuyaux	par vache par mois	3
Ventilateur	par vache par mois	3
Chauffe-eau	par vache par mois	7
	ou par 100 L	5,5
Distributeur d'eau (automatique)	par vache par mois	1

Matériel	Unité utilisée	Consommation d'énergie kW·h
Cochons		
Couveuse artificielle (infrarouge)	par portée	40
Appareil de mise bas (câble au sol)	par truie ayant mis bas	30
Nourrisseur	par cochon par mois	1
Broyeur de nourriture	par cochon par mois	0,3
Ventilateur	par cochon par mois	1
Distributeur d'eau (automatique)	par cochon par mois	0,5
Volaille		
Couveuse	par poulet	1
Refroidisseur d'oeufs	par mois ou	25
	par couvée	1
	par année	
Laveur d'oeufs	par 2 000 oeufs	1
Nourrisseur (automatique)	par mois ou	20
	par couvée	0,3
	par année	
Broyeur de nourriture	par tonne ou	5,5
	par couvée	0,1
	par année	
Appareil à ébouillanter	par 100 volatiles	4
Ventilateur	par volatile par mois	0,4
Éclairage de la ferme		
Machine à souder à l'arc	par mois	5
Chargeur de batterie	par charge de batterie	2
Étable	par mois	80
Foreuse, tour, broyeur, scie	par heure d'utilisation	1,3
Atelier de la ferme	par mois (utilisation totale)	10 à 15
Grange	par mois	10
Cour	par 100 W par mois	20
– éclairage la nuit (automatique)	par 100 W par mois	35
Laiterie	par mois	35
Poulailler	par cent poules par mois	15

Utilisation du compteur pour mesurer la puissance

Vous remarquerez que votre compteur comporte une plaque tournante métallique mince et circulaire. Un repère permet de compter le nombre de tours. La fréquence de rotation, généralement mesurée en tours par minute (t/min), est directement proportionnelle à la puissance utilisée à ce moment précis.

Sur le compteur, vous remarquerez une indication du type KH6. On l'appelle la *constante du compteur;* ce chiffre permet de calculer la puissance en watts indiquée par le compteur. La relation est la suivante :

$$P \text{ (watts)} = (\text{t/min}) \times 60 \times KH$$

Nombre de tours de la plaque en une minute (servez-vous d'une montre et comptez).

Nombre de minutes dans une heure

Constante du compteur

Par exemple, si vous avez déterminé que la plaque effectuait deux tours en une minute et que la constante du compteur soit 6, la puissance est : $P(\text{watts}) = 2 \times 60 \times 6 = 720$ W.

Effectuez un test

★ Tout d'abord, choisissez un moment dans la journée où peu d'appareils électriques fonctionnent et mesurez la puissance utilisée. Essayez de nouveau lorsque le four, la télévision, etc., fonctionnent (juste avant le souper par exemple). Les relevés du compteur vous indiquent la puissance totale utilisée par tous les appareils fonctionnant au moment précis où vous en effectuez la lecture.

Mesure de la puissance individuelle d'un appareil

★ 1. Choisissez une heure où peu d'appareils sont utilisés, puis provoquez l'arrêt de la plaque en débranchant tous les appareils électriques. N'oubliez pas les veilleuses, le réfrigérateur, les ventilateurs et le chauffe-eau (s'il est électrique). Le chauffe-eau a généralement un interrupteur; dans le cas contraire, enlevez le fusible.

Remarque. *Vous pouvez également obtenir ce résultat en coupant le courant avec les interrupteurs ou en dévissant les fusibles. (Ne vous y essayez, cependant, que si vous êtes sûr de vous ou si vous êtes aidé d'un de vos parents.) Bien entendu, vous devez également savoir quel est le circuit de l'appareil dont vous chercher à évaluer la puissance.*

2. Une fois la plaque immobilisée, surveillez-la au moins une bonne minute. Il se peut qu'elle tourne encore légèrement. (Peut-être avez-vous oublié de débrancher la pendule électrique.)

3. À présent, branchez un ou plusieurs appareils dont vous *connaissez* la puissance, par exemple, trois lampes de 100 watts. À l'aide de la trotteuse d'une montre (ou mieux d'un chronomètre), déterminez le temps que met le disque à effectuer une rotation. Afin de vérifier vos résultats, branchez six ampoules de 100 W; la durée d'une révolution devrait être deux fois moindre (autrement dit, le disque tourne deux fois plus vite). Renouvelez l'expérience pour dix lampes de 100 W (si possible) : soit un kW. Si vous connaissez la puissance d'un appareil (par exemple le grille-pain), faites-le fonctionner et mesurez la durée de rotation du disque.

4. Répétez l'opération pour chaque appareil ou groupe d'appareils dont vous voulez déterminer la puissance et dessinez un tableau comme l'exemple suivant :

Tableau 3.6

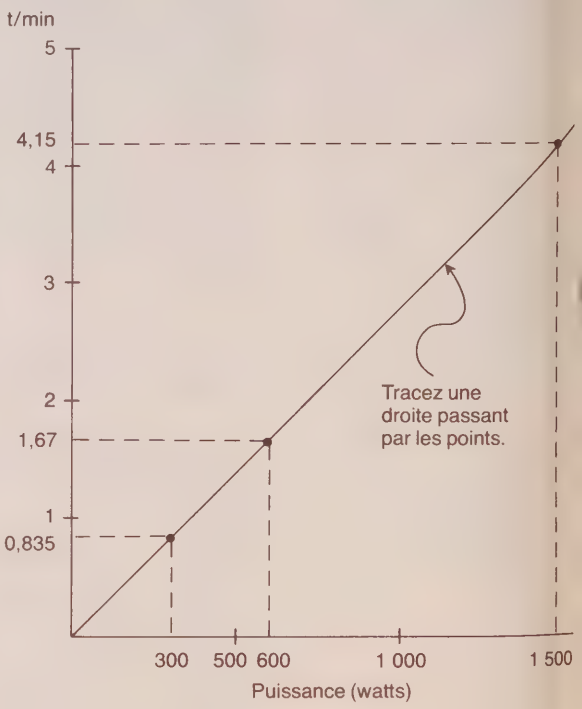
Appareil	Puissance (watts)	Durée d'une rotation (en secondes)	Rotations par minute
3 lampes	300	72	0,835
6 lampes	600	36	1,67
Bouilloire	1 500	14,5	4,15

Remarque. (i) Rotations par minute = 60 ÷ durée d'une rotation en secondes.

(ii) Si la tension n'est pas de 120 V, vos résultats risquent d'être sensiblement différents.

5. Dessinez un graphique à partir de vos résultats; il doit avoir l'allure générale de celui que l'on peut voir ci-dessous. Vérifiez vos résultats avec ceux de votre groupe ou de votre classe et recommencez vos expériences si vous pensez avoir fait des erreurs. N'oubliez pas : les points du graphique doivent être calculés un par un. Essayez de porter le plus de points sur le graphique avec le plus grand écart possible entre la plus faible et la plus grande puissance.

Figure 3.5



Évaluation de toutes les puissances

À présent, vous êtes capable de mesurer la puissance de n'importe quel appareil électrique qui se trouve chez vous – télévision, radio, ventilateur, moteur, etc. Rappelons la méthode :

1. Vous commencez par vérifier qu'aucun appareil ne fonctionne dans la maison (le disque doit être à l'arrêt).

2. Vous ne mettez en marche que l'appareil auquel vous vous intéressez et vous mesurez le temps que met le disque pour faire un tour, puis vous calculez le nombre de tours par minute (t/min).

3. Vous déterminez la puissance en utilisant le graphique ou la constante du compteur.

Les données recueillies au cours de l'exercice précédent peuvent servir à vérifier ou à déterminer la constante du compteur (KH), grâce à la formule :

$$KH = \frac{\text{watts}}{(\text{t/min}) \times 60}$$

Calcul de l'énergie

Les exercices précédents vous ont appris qu'un appareil, quel qu'il soit, consomme de l'énergie à son propre rythme. L'énergie totale qu'il convertit dépend, cependant, non seulement de son rythme (la puissance), mais également de la durée d'utilisation de l'appareil.

Les exercices suivants vont vous permettre de vous familiariser avec les méthodes de calcul de l'énergie consommée par un appareil ou par un groupe d'appareils. De cette façon, vous pourrez surveiller l'énergie électrique consommée chez vous pendant n'importe quel intervalle de temps que ce soit une heure ou une année.

Si vous pouvez déterminer, estimer ou mesurer la puissance d'un appareil, tout ce qu'il vous reste à faire c'est de mesurer ou d'estimer la durée de fonctionnement, puis de multiplier ces deux facteurs afin d'obtenir la quantité d'énergie convertie.

L'énergie électrique se vend au kilowatt-heure (kW•h). Un kilowatt-heure équivaut à 3,6 MJ. Un appareil ayant comme puissance 1 000 watts (1 kW) convertit un kilowatt-heure ou 3,6 MJ d'énergie électrique en d'autres formes d'énergie lorsqu'on l'utilise pendant une heure. Pour calculer la quantité d'énergie en kilowatts-heures, il vous suffit de multiplier la puissance de l'appareil (exprimée en kilowatts) par la durée d'utilisation (exprimée en heures), c'est-à-dire : $E = P \times t$. Par exemple, une ampoule de 150 watts qui reste allumée pendant 20 minutes consomme :

$$E = \frac{150}{1\,000}\,\text{kW} \times \frac{20}{60}\,\text{h} = 0{,}150 \times 1/3\,\text{kW•h} = 0{,}050\,\text{kW•h}$$
$$= 0{,}050\,\text{KW•h} \times 3{,}6\,\text{MJ/KW•h}$$
$$= 0{,}18\,\text{MJ}$$

★ Utilisez cette méthode pour déterminer l'énergie convertie :

1. par une ampoule de 100 watts allumée 10 heures;
2. par un radiateur de 1 500 watts utilisé pendant trois heures;
3. par un chauffe-eau de trois kilowatts utilisé pendant 8 heures;
4. par deux ampoules de 40 watts utilisées à raison de 8h/j pendant 30 j;
5. par un grille-pain de 1 000 watts utilisé à raison de 5 min/j pendant 144 j;
6. par un ventilateur de chaudière de 300 watts fonctionnant à raison de 20 min toutes les heures pendant un mois.

Calcul de la consommation annuelle totale d'énergie

★ Construisez des tableaux sur le modèle du tableau 3.7 pour tous les appareils auxquels vous vous intéressez. Commencez par les gros consommateurs d'énergie électrique : les principaux appareils électriques.

★ Si vous voulez déterminer l'énergie consommée par mois, il vous suffit de diviser la consommation annuelle par 12. L'ampoule du tableau consomme 5 kilowatts-heures par mois en moyenne. Vous pouvez effectuer cet exercice pour tous les appareils électriques qui se trouvent chez vous ou à l'école. Les tableaux 3.4 et 3.5 présentés précédemment contiennent certains chiffres mensuels moyens de consommation d'énergie. Vous pouvez à présent déterminer leur valeur exacte.

★ Remplissez le tableau 3.8 pour tous les appareils et installations électriques d'une pièce de votre maison ou de l'école. Jetez un coup d'oeil aux exercices précédents afin de vérifier si vous obtenez des valeurs réalistes.

★ À l'aide des résultats de l'exercice précédent, présentez de façon succincte les moyens qui, selon vous, doivent permettre de diminuer la consommation d'énergie. Effectuez une analyse énergétique de chaque pièce de votre maison. À l'école, cet exercice peut faire l'objet d'un projet de classe.

Tableau 3.7

Consommation d'énergie – appareils individuels

Appareil	Puissance (watts)	Puissance (kilowatts)	Durée d'utilisation approximative (heures par jour)	Nombre approximatif de jours d'utilisation par an (jours)	Durée totale d'utilisation par an (heures)	Consommation totale d'énergie par an (kilowatts-heures)
Ampoule	100	0,100	3	200	600	60

Tableau 3.8

Consommation d'énergie – analyse par pièce

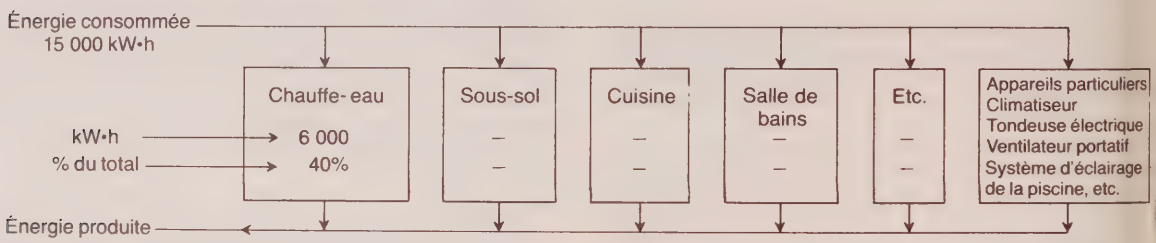
Pièce – chambre principale			Nombre total de kilowatts-heures par mois____ par an____		
Appareil	**Puissance (kilowatts)**	**Utilisation (heures par jour)**	**Utilisation (jour, mois ou année)**	**Énergie (kilowatts-heures par mois)**	**Énergie (kilowatts-heures par an)**
Radio					
Ampoule					
Pendule électrique					
Couverture chauffante					
Etc.					

★ Établissez un tableau résumant pièce par pièce la quantité d'énergie consommée chez vous pendant une année. La figure 3.6 vous donne un exemple.

On peut également représenter schématiquement la conversion d'énergie électrique dans une maison en la ventilant par type de conversion. On obtient ainsi, d'une autre façon, la répartition des éléments du système.

Figure 3.6

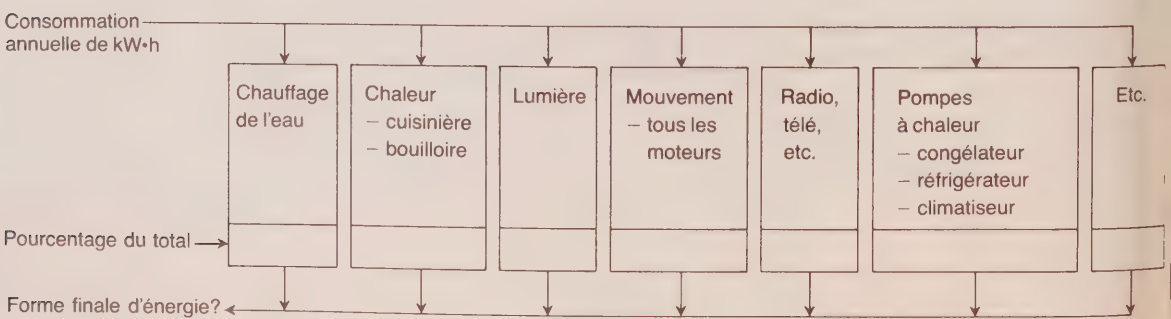
Tableau de consommation d'énergie électrique décomposée en fonction des appareils de la pièce



★ L'énergie produite devrait-elle être de 15 000 kW•h? De quels types d'énergie s'agit-il? En quoi se transforme-t-elle finalement?

Figure 3.7

Tableau de la consommation d'énergie électrique par principales catégories de conversion



Réalisez un schéma d'utilisation d'énergie semblable à celui de l'exercice précédent, mais en effectuant la répartition par catégories principales de conversion d'énergie. Vous allez aboutir, de la sorte, à un tableau semblable à celui de la figure 3.7. Quelles conclusions évidentes pouvez-vous tirer de ce tableau?

Mesure de la quantité d'énergie consommée par les appareils

Remarque. Pour certains exercices de cette section, vous devez déterminer l'énergie consommée par un appareil durant une période déterminée. Dans certains cas, vous pouvez facilement arrêter ou mettre en marche les appareils. Dans d'autres, c'est plus difficile, par exemple dans le cas des appareils qui se mettent en marche ou s'arrêtent automatiquement : le réfrigérateur, le congélateur, le ventilateur et le moteur de la chaudière; le chauffe-eau électrique, etc. Ce sont tous pourtant de grands consommateurs d'énergie électrique. Il se peut que l'entreprise de services publics qui vous fournit l'électricité accepte de vous remettre un compteur portatif grâce auquel vous pourriez faire des relevés de consommation pour certains appareils.

L'enseignant peut communiquer avec l'entreprise de services publics – ou en charger un élève – avant de donner les exercices à faire. Bien entendu, l'entreprise refusera d'installer des compteurs dans toutes les maisons; il se peut fort bien, par contre, qu'elle accepte d'en équiper deux ou trois, parmi les plus représentatives, afin de contribuer aux efforts d'économie d'énergie.

Les exercices de cette section vous ont permis d'analyser la consommation d'énergie effectuée chez vous; vous avez appris à contrôler cette utilisation et à la répartir en fonction du type de conversion. La section suivante est consacrée aux diverses catégories d'appareils qui consomment de l'énergie électrique.

3. Conversion de l'énergie électrique à usage domestique

Introduction

Les exercices de la présente section portent sur le type de travail que l'électricité fait, chez nous, à notre place.

Nous allons commencer par l'éclairage, qui n'est généralement pas l'utilisation qui consomme le plus d'énergie, mais qui, par contre, est celle que l'on remarque le plus. Nous allons parler de la plupart des appareils ménagers, en insistant sur le chauffe-eau. Les questions de chauffage d'eau chaude seront, cependant, reprises et approfondies dans l'unité d'étude consacrée à l'eau.

La cuisine est une importante zone de conversion d'énergie électrique : elle fait l'objet des premiers exercices. La notion de *travail* effectué par l'électricité est étendue à celle de mouvement et aux nombreux moteurs que nous utilisons.

Les derniers exercices de la section portent sur les loisirs domestiques (tube cathodique de la télévision) et sur le chauffage et la climatisation. La partie sur le conditionnement de l'air revêt une importance toute particulière, car c'est l'un des principaux facteurs actuels d'augmentation de la demande d'électricité.

Éclairage et énergie électrique

★ Dressez la liste des endroits où notre société se sert de l'éclairage électrique. Celui-ci permet de prolonger les journées. Pourquoi notre mode de vie actuel exige-t-il ce prolongement artificiel du jour dans chacun des cas énumérés sur votre liste? Suggérez des moyens permettant de diminuer la demande dans chaque cas. Servez-vous, comme modèle, du tableau 3.9.

Tableau 3.9

Éclairage

Endroit	Raisons	Moyen de diminuer la demande
Autoroute	Sécurité des déplacements la nuit	Diminution des vitesses maximales, utilisation de phares plus puissants sur les voitures

Si l'école possède un compteur permettant de mesurer l'éclairement (par exemple, un photomètre), servez-vous-en pour mesurer l'*intensité lumineuse*. L'unité du système métrique correspondante est le *lux* (lx) ou le *décalux* (dalx); cependant, les compteurs dont vous vous servirez probablement seront étalonnés en candelas-pieds.

Remarque . *1 décalux* (dalx) = *10 lux* (lx) = *0,9293 candela-pied*
1 candela-pied = 1,076 décalux

★ Utilisez le tableau 3.10, qui indique les niveaux recommandés d'éclairement, et le photomètre pour déterminer si certaines zones, chez vous ou à l'école, sont suréclairées ou sous-éclairées. Tirez les conclusions de votre expérience.

Tableau 3.10

Intensité lumineuse

	Zone	Décalux	Candelas-pieds
École	Grandes salles – conférence	16	15
	– exposition	32	30
	Bibliothèque – zones de lecture	32	30
	– zones d'étude et de prise de notes	75	70
	Vestiaires	22	20
	Salles de classe – sciences	110	100
	– salles d'étude	75	70
	– zones de prise de notes	75	70
	Corridors et escaliers	22	20
Maison	Salle à manger	16	15
	Cuisine	160	150
	Zones de lecture	32	30
	Éclairage général (conversation, distractions)	15	14

Remarque. D'importants efforts sont faits actuellement pour concevoir des dispositifs qui donnent l'éclairage le plus efficace possible.

Qu'y a-t-il de particulier dans le cas des cuisines et des salles de sciences?

★ Faites une étude de toutes les lampes à incandescence de votre maison. Combien d'entre elles servent à lire? Pourriez-vous en remplacer certaines par des ampoules moins puissantes? Sont-elles propres? Combien d'abat-jour sont opaques (ne laissent passer aucune lumière)? Quel est le meilleur type d'abat-jour que l'on puisse utiliser? Certaines lampes restent-elles allumées même lorsque vous n'en avez pas besoin? Quelles raisons pourrait-on invoquer pour ne pas éteindre les lampes en hiver? Ces raisons sont-elles valables? (Complétez la phrase : Les lampes à incandescence devraient être classées dans la catégorie des appareils de production de ?, non de lumière!). Commencez votre étude en remplissant le tableau 3.11. Indiquez sur le tableau à quels endroits vous pourriez diminuer la puissance des ampoules.

Tableau 3.11

Enquête sur l'éclairage domestique

Lampes	Puissance (watts)	Type (fluorescence, incandescence)	Utilisation
Salon nº 1	100	Incandescence	Lecture
Salle à manger nº 2	3 x 60	?	?
(Trois lampes) nº 3	100 (moyenne)	?	?

★ Mettez au point un jeu consistant à récompenser, chez vous, les membres de la famille qui en prennent d'autres en flagrant délit de gaspillage d'énergie (lampe allumée sans raison).

★ Une ampoule ne transforme pas toute l'énergie électrique qu'elle consomme en énergie lumineuse. Quelle autre forme d'énergie produit-elle? Quel est le rendement des lampes à incandescence et des tubes fluorescents?

Les flux lumineux se mesurent en *lumens* (lm). Voici la quantité de flux lumineux (en lumens) fournie par quelques ampoules et tubes très utilisés :

Une ampoule de 100 watts (à incandescence) fournit 1 740 lm.

Une ampoule de 60 watts (à incandescence) fournit 860 lm.

Une ampoule de 40 watts (à incandescence) fournit 600 lm.

Un tube de 20 watts (fluorescent) fournit 1 600 lm.

Un tube de 40 watts (fluorescent) fournit 2 850 lm.

★ 1. Utilisez-vous des tubes fluorescents chez vous? Où sont-ils particulièrement utiles?

2. Deux ampoules de 60 watts donnent-elles plus de lumière qu'une ampoule de 100 watts?

3. Combien de lumens deux tubes fluorescents de 40 watts produisent-ils?

4. Combien faut-il d'ampoules à incandescence de 100 watts pour produire le même éclairement que dans la question précédente?

5. Donnez des exemples d'éclairage fluorescent sur une grande échelle.

★ La plupart des écoles utilisent l'éclairage fluorescent. Déterminez la puissance d'un tube de votre classe. Déterminez la puissance totale lorsque tous les tubes de la classe sont allumés. Calculez la consommation totale d'énergie en kilowatts-heures lorsque tous les tubes sont allumés durant un cours. Déterminez empiriquement le minimum d'éclairage dont vous avez besoin selon le type et les conditions de travail et regroupez vos conclusions dans un tableau. Affichez-le à côté des interrupteurs ou contre le bureau du professeur. Pouvez-vous garder certains tubes toujours éteints?

★ Renseignez-vous pour savoir si votre école, ou toutes les écoles de votre conseil scolaire, suivent des directives précises en matière d'éclairage des salles et des corridors. Invitez en classe le responsable de l'entretien des bâtiments de l'école et demandez-lui des précisions sur les mesures prises par l'école pour réduire l'éclairage dans certaines parties des bâtiments.

Faites l'estimation de la durée d'utilisation de chaque ampoule ou tube énuméré dans le tableau 3.11 au cours d'une soirée. Utilisez les données du tableau pour calculer la consommation, en kilowatts-heures, de ces lampes au cours de la soirée.

Déterminez la puissance des ampoules dont vous vous servez à l'extérieur de la maison. Dressez la liste des raisons pour lesquelles vous les utilisez. En fonction de ce tableau, précisez les puissances qui conviendraient le mieux et la durée d'utilisation de chacune d'entre elles. Serait-il possible d'utiliser des minuteries? Pensez-vous que certaines lampes pourraient être complètement supprimées?

Révolution dans le monde des ampoules : durée dix ans, faible consommation

L'ERDA *(Energy Research and Development Administration)* a accordé une subvention de $344 000 à l'inventeur californien d'une ampoule qui dure dix ans et économise 70% d'énergie par rapport à une ampoule à incandescence ordinaire. L'ampoule, inventée par Donald D. Hollister, fonctionne sur un principe semblable à celui des tubes fluorescents, si ce n'est qu'elle n'utilise pas d'électrodes et qu'elle se visse dans une douille classique. L'ampoule vaut $10, mais s'amortit très vite car elle diminue considérablement les comptes d'électricité.

La subvention sera consacrée à des études de marchés et à l'établissement d'un programme de production et de distribution des ampoules. La plupart des problèmes techniques ont déjà été réglés.

Les Américains consacrent chaque année à l'éclairage environ 20% de toute l'électricité produite aux États-Unis. Plus de la moitié de cet éclairage s'effectue au moyen d'ampoules à incandescence, ces mêmes ampoules que Donald Hollister espère remplacer par son invention : c'est dire les énormes économies d'énergie que promet de faire réaliser cette découverte. Hollister a précisé qu'il ne vendrait ses brevets aux grands fabriquants d'ampoules que s'ils s'engageaient à commercialiser rapidement son invention.

. Calculez les puissances en watts que devrait avoir la nouvelle ampoule pour fournir le même éclairage que les lampes de votre iste du tableau 3.11.

. Que comporte la dernière phrase de l'article?

Autre point de vue

Ne laissez pas vos lampes inutilement allumées. Vous pourrez ainsi économiser de l'énergie et de l'argent, près de 10% pendant l'hiver. Malheureusement, une perte de chaleur en résulte, puisque 100% de l'énergie lumineuse est transformée en chaleur. La perte de chaleur doit être compensée par le système de chauffage.

. Réalisez, en classe ou en groupe, une droite des valeurs illustrant les opinions de chacun et du groupe sur la relation existant entre l'éclairage et l'économie d'énergie thermique. Faut-il ou non essayer de diminuer la quantité d'énergie umineuse utilisée?

. Si toute l'énergie lumineuse se transforme finalement en haleur, que devient cette chaleur? Si l'on s'en tient à ce raisonement, quelle mesure d'économie faut-il prendre?

'éclairage est l'utilisation de l'électricité qui se présente la remière à l'esprit, car elle est «visible» – ou du moins en parie visible. La prochaine série d'exercices vise à vous donner un tout autre éclairage» de la question!

Recherches sur les appareils électriques

★ Énumérez les appareils électriques qui se trouvent chez vous en fonction de l'importance que vous leur attribuez. Enumérez séparément ceux que l'on peut, selon vous, supprimer sans diminuer la qualité de la vie. Dans la première liste, suggérez des méthodes de substitution qui permettraient de consommer moins d'énergie.

★ Peut-on considérer certains appareils comme des «économiseurs d'énergie»? Énumérez-en quelques-uns en justifiant votre choix.

★ Quels facteurs les membres de votre famille devraient-ils faire rentrer en ligne de compte lorsqu'ils achètent de gros appareils électriques? Demandez-leur en fonction de quels critères ils choisissent la marque, la taille et le modèle. Demandez-leur s'ils tiennent compte de la consommation des appareils.

★ Pour vous documenter sur vos appareils électriques, lisez la notice qui les accompagne. Gardez toutes les notices ensemble et joignez-y, au fur et à mesure, celles des nouveaux appareils que vous achetez. Vous y trouverez les principes de bonne utilisation (rendement maximal) et les puissances des appareils. Écrivez aux fabricants s'il vous en manque.

★ Dressez une liste de tous les appareils dont vous vous servez à la maison et qui font double emploi avec la cuisinière (bouilloires électriques, friteuses, bains-marie, chauffe-plats, etc.). Quand et pourquoi les utilisez-vous? Déterminez, dans chaque cas, si vous économisez ou gaspillez de l'énergie en vous en servant.

Un exercice important!

★ Établissez une liste des dix principaux convertisseurs d'énergie électrique de votre maison. Incluez-y la puissance de chaque appareil et le nombre approximatif de kilowatts-heures consommés dans une année. Reportez-vous aux listes établies aux tableaux 3.7 et 3.8. Établissez, pour chaque appareil, le tableau des directives qui, si elles étaient suivies, permettraient de diminuer la quantité d'énergie convertie. Essayez d'évaluer, dans chaque cas, la réduction en pourcentage ainsi que la réduction totale en kilowatts-heures par an.

Appareils à gaz

★ Cette unité d'étude portant sur l'énergie électrique, il est préférable si vos appareils (cuisinière, réfrigérateur, chauffe-eau, etc.) fonctionnent au gaz naturel de les étudier en même temps que votre système de chauffage. Veillez à bien différencier leur consommation et celle de la chaudière. Essayez de comparer les cuisinières à gaz et les cuisinières électriques sur le plan a) de l'énergie consommée, b) du rendement, c) du coût. Vous trouverez à la section 7 les tableaux de conversion d'énergie dont vous avez besoin.

Les élèves risquent d'éprouver de sérieuses difficultés à recueillir les informations requises par la comparaison. Nous n'en recommandons pas moins vivement cet exercice.

Notre amour de l'eau chaude

L'utilisation et le gaspillage de l'eau chaude, chez soi, constituent l'un des principaux domaines d'étude en matière d'économie d'énergie. Leur importance est telle que nous y avons consacré la quatrième partie : «L'eau, notre ressource la plus gaspillée».

Pour établir très simplement la quantité d'énergie nécessaire à la production d'eau chaude, il suffit de mesurer le volume d'eau chaude utilisée et la différence de température avant et après le chauffage. Ces calculs d'énergie sont expliqués dans l'unité d'étude sur l'eau.

★Déterminez de quelle façon le réservoir d'eau est chauffé : électricité, mazout ou gaz naturel. S'il s'agit de l'un des deux derniers cas, veuillez inclure votre analyse d'énergie dans l'unité d'étude sur le chauffage, car il est vraisemblable que c'est également au gaz ou au mazout que votre maison est chauffée. L'eau chauffée au mazout ou au gaz est également traitée dans l'unité d'étude sur l'eau. N'oubliez pas que la quantité d'énergie absorbée par l'eau dépend de l'efficacité de fonctionnement du brûleur à gaz ou à mazout.

Dans le cas de l'électricité, on suppose que près de 100% de l'énergie électrique se transforme en énergie thermique dans l'eau du réservoir d'eau chaude. Reportez-vous à la 4e partie afin d'apprendre à conserver la quantité minimale de chaleur dans l'eau et à utiliser convenablement l'eau chaude.

★Déterminez la puissance de votre chauffe-eau électrique et, à l'aide du tableau de la page 18, estimez le nombre de kilowatts-heures consommés par mois et par an. Incluez ces résultats dans votre analyse d'énergie électrique, dans une section à part cependant.

★En vous servant de la quatrième partie sur l'eau, déterminez la quantité d'eau chaude que votre famille utilise quotidiennement, mensuellement et annuellement et calculez l'énergie requise pour chauffer cette eau. Convertissez ces chiffres en kilowatts-heures à l'aide de l'égalité 3,6 MJ = 1 kW•h. Vous obtiendrez ainsi une double vérification de vos estimations de l'exercice précédent.

★Aidez vos parents dans les travaux suivants :

1. réparer toute fuite du robinet d'eau chaude;

2. isoler les canalisations d'eau chaude entre le chauffe-eau et les robinets d'eau chaude, lorsque cela est possible;

3. régler le thermostat d'eau chaude à la température minimale dont vous avez besoin.

Lave-vaisselle (et sécheuse)

L'augmentation moyenne de la consommation d'électricité et d'eau par habitant s'explique en partie par l'augmentation des ventes de machines à laver la vaisselle.

Une famille type de quatre personnes ayant une machine lave normalement la vaisselle d'une journée en une seule fois. Si les membres de la famille devaient la laver à la main, ils feraient probablement deux ou trois vaisselles par jour. Une pleine machine ne consomme pas plus d'énergie qu'une machine à moitié pleine. Les chiffres du tableau 3.12 sont fondés sur la consommation d'énergie par jour d'utilisation de la machine, en comptant une vaisselle par jour quelle qu'en soit la grosseur.

★Recherches :

1. Effectuez une enquête dans la classe pour déterminer le nombre de familles équipées d'un modèle A de lave-vaisselle – actuellement, depuis au moins un an, etc. Portez ces résultats sur un graphique. Quelle est la tendance qui se dégage? Que signifie-t-elle?

2. Si vous avez un modèle A, répondez aux questions suivantes : Pensez-vous réellement avoir besoin du cycle complet de séchage? Avez-vous, en fait, besoin du cycle de séchage? Le rinçage se fait-il à l'eau chaude? Quel cycle de lavage devriez-vous, si possible, utiliser?

3. Si votre famille ne possède pas le modèle A, mais envisage de l'acheter, dressez-en la liste des avantages et des inconvénients.

4. Dressez une liste des choses à faire ou à ne pas faire pour économiser l'énergie consommée par le modèle (A ou B) dont vous vous servez chez vous.

5. Citez quelques moyens (agréables) de faire faire des travaux ennuyeux à votre place.

Tableau 3.12

Comparaison des lave-vaisselle

	Modèle A (mécanique) (1 fois par jour)	**Modèle B (humain) (3 fois par jour)**
Lavage et rinçage	4,75 kW•h	1,98 kW•h
Lavage	0,21 kW•h	néant
Séchage	0,42 kW•h	néant
Total	5,38 kW•h	1,98 kW•h

Machine à laver

L'énergie consommée par une machine à laver est généralement proportionnelle à la quantité d'eau chaude utilisée. C'est pourquoi le sujet est repris dans l'unité d'étude sur l'eau. Le moteur étant électrique cependant, c'est à ce titre que la machine à laver fait l'objet d'exercices sur les *moteurs* à la page 29. Reportez-vous aux listes fournies précédemment, aux tableaux 3.4 et 3.5, pour les estimations d'énergie.

Sécheuse

★La prochaine fois qu'on l'utilise chez vous, approchez-en une chaise confortable et surveillez l'heure. Au bout de 15 minutes, ouvrez la porte de la sécheuse, attendez que le tambour s'arrête, puis tâtez les vêtements (attention, ils sont chauds). Certains seront vraisemblablement encore humides. Fermez la porte et remettez en marche la sécheuse.

Recommencez l'opération toutes les cinq minutes jusqu'à ce que tous les vêtements vous apparaissent secs. Regardez sur la minuterie pendant combien de temps le séchage devait encore se poursuivre. Tirez-en des conclusions et rédigez des directives en conséquence afin d'éviter des gaspillages d'énergie durant l'utilisation de la sécheuse. Y a-t-il certains cas où vous ne devriez pas utiliser la sécheuse?

Votre sécheuse est-elle munie de cycles de séchage du type «apprêt permanent (permapress)»? Vérifiez la notice du fabricant en vue de déterminer si ces cycles font économiser ou gaspiller de l'énergie.

L'été, pourquoi n'utilisez-vous pas la «sécheuse solaire»?

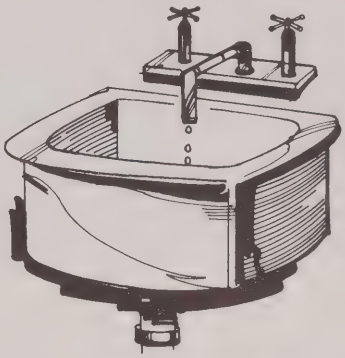
Figure 3.8

Utilisation de l'eau chaude

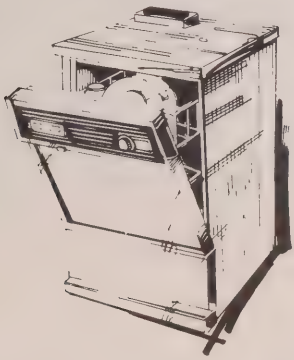
Chacune des six illustrations ci-dessous concerne la conversion d'énergie électrique en chaleur véhiculée par l'eau. Répondez aux questions situées sous chaque image.

Qu'est-ce qui *détermine* la température maximale de l'eau?

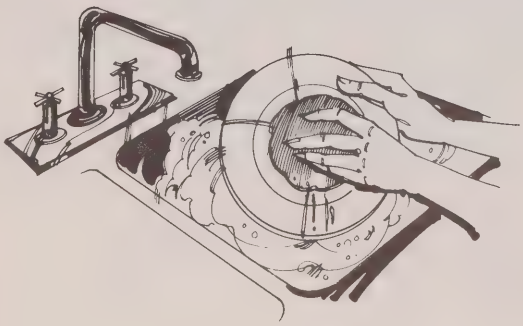
Quelle est la température *minimale* dont vous avez besoin à la maison?



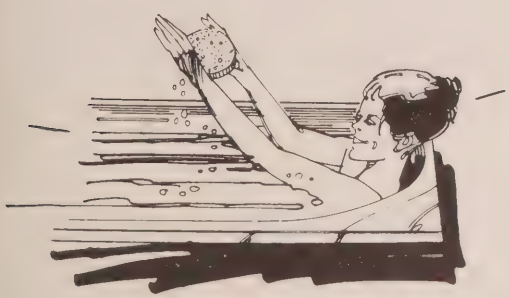
Comment se fait-il que c'est généralement le robinet d'eau chaude qui goutte?



Dans quels cas un lave-vaisselle permet-il d'économiser de l'énergie?



Dans quels cas économise-t-on de l'énergie en faisant soi-même la vaisselle?



Dans quels cas peut-on économiser de l'énergie en prenant un bain au lieu d'une douche?

Quelle devrait être la durée maximale d'une douche?

Quelle sorte de pomme de douche permet d'économiser de l'énergie?

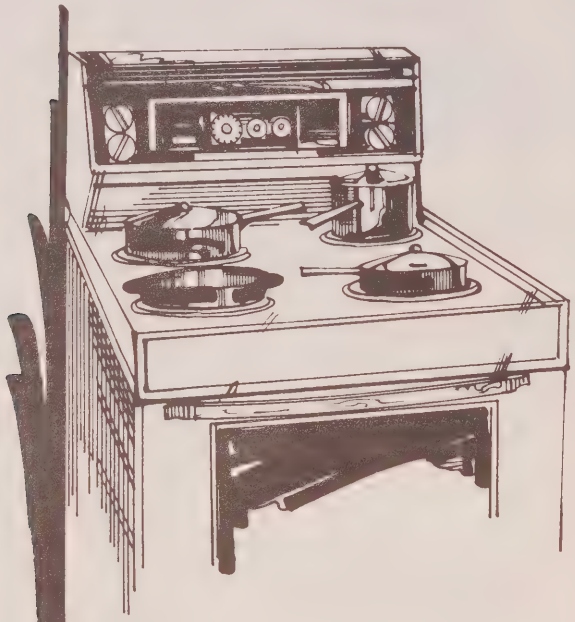
Électricité et nourriture

Parmi les nombreux appareils électriques d'une maison, les mieux connus sont, sans nul doute, ceux qui servent à préparer et à conserver les aliments. Pensez-vous que leur utilisation quotidienne vous rend moins conscient de leur consommation d'énergie?

★ La cuisinière et le four sont les plus grands consommateurs d'énergie de votre cuisine. Voyez si vous pouvez déterminer, à l'aide de catalogues et de notices, la puissance maximale de votre four et de votre cuisinière lorsque tous les éléments sont à «MAX». Essayez d'établir la durée moyenne d'utilisation de ces appareils au cours d'une semaine; déduisez-en votre consommation quotidienne moyenne. Dans les cas d'une cuisinière électrique, elle est généralement de 3 000 W pour une utilisation quotidienne de 90 min. Comparez ce chiffre avec les résultats des autres élèves de la classe et avec les chiffres du tableau 3.4; reprenez vos calculs afin de parvenir, s'il y a lieu, à une meilleure approximation.

★ Pendant une semaine, notez les raisons pour lesquelles l'énergie est consommée (type de cuisine faite, moment de la journée, etc.). Établissez une liste de suggestions, comme celles qui suivent, d'une part pour le four, d'autre part pour la cuisinière (plus exactement les foyers de cuisson) qui, si on les suivait, permettraient d'économiser de l'énergie. Discutez-en avec ceux qui se servent habituellement, chez vous, de la cuisinière.

«Guide culinaire» d'économie d'énergie



★ *Foyers de cuisson de la cuisinière*

1. N'utilisez pas trop d'eau en faisant cuire les légumes.

2. Servez-vous de couvercles bien ajustés aux casseroles. Faites bouillir l'eau en réglant le bouton de commande sur «haut», puis réduisez la température à «bas» ou à «mijoter».

3. Servez-vous d'une casserole à fond plat correspondant exactement à la superficie du foyer; laissez le couvercle sur la casserole.

4. ?

5. ?

★ *Four*

1. Utilisez le four pour cuire, si possible, plusieurs plats ou tous les plats du repas en même temps.

2. ?

3. ?

★ Parlez avec votre famille de la préparation des repas du point de vue de la consommation d'énergie. (Cf. cinquième partie, «La nourriture, combustible du corps humain».) Continuez les listes précédentes pour le four et pour les foyers de cuisson en fonction de leur utilisation par votre famille.

Fours à micro-ondes

Ils ne sont pas sur le marché depuis très longtemps; les fabricants ont vanté l'économie d'énergie qu'ils permettent de réaliser. Lisez les conclusions du groupe de chercheurs ci-dessous et faites-vous votre propre opinion.

> À la suite de nombreuses demandes adressées à l'Institut des consommateurs, nous avons décidé de vérifier si, comme l'affirment les fabricants, les fours à micro-ondes permettent d'économiser 75% de l'énergie consommée par les autres cuisinières. Nous nous sommes efforcés de comparer l'énergie consommée par les fours à micro-ondes et par les autres appareils de cuisson pour faire cuire un certain nombre de plats.
>
> Voici nos conclusions : les fours à micro-ondes sont les appareils qui consomment le moins d'énergie pour la cuisson de quantités petites ou moyennes de nourriture concentrée comme les viandes, les pommes de terre et les desserts (en particulier les puddings et les sauces) et pour le réchauffage des repas tout préparés. Par contre, la cuisson du maïs, des brocolis et, de façon générale, de ce type de légumes nécessite plus d'énergie avec un four à micro-ondes qu'avec les appareils classiques (cf. tableau 3.13).

Tableau 3.13

Économie d'énergie : four à micro-ondes vs autres types de cuisinière électrique

Cuisson dans un four à micro-ondes	Économie d'énergie
4 pommes de terre au four	60,7%
1 repas congelé tout préparé : 11 1/2 oz (325 g)	79,3%
Ragoût : 4 1/2 tasses (1 050 ml)	58,4%
Courges : 16 oz (450 g)	−54,8%
Pois et céleri : 3 1/2 tasses (825 ml)	−46,1%
Brocolis congelés :10 oz (280 g)	−30,2%

L'énergie consommée par un four à micro-ondes se calcule à 2 450 MHz (mégahertzs). Les chiffres négatifs signifient que la méthode de cuisson traditionnelle consomme, dans le pourcentage indiqué, moins d'énergie que la méthode de cuisson par micro-ondes.

★ Affichez à côté de votre four à micro-ondes une liste de conseils permettant d'optimiser son utilisation.

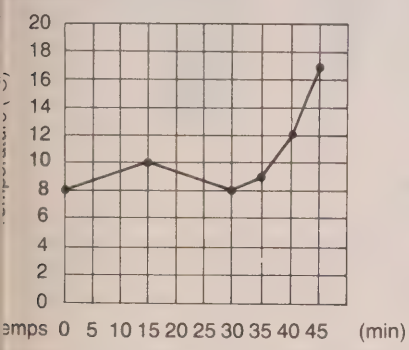
L'électricité déplace la chaleur

Non seulement nous chauffons les aliments, mais également nous les refroidissons, soit l'opération inverse qui consiste à extraire leur chaleur et à la disperser ailleurs.

Placez un thermomètre à l'intérieur du réfrigérateur, fermez la porte et attendez 15 minutes, le temps que le thermomètre enregistre la température intérieure. Ouvrez la porte et, le plus vite possible, lisez la température. Fermez la porte, puis débranchez le réfrigérateur. Assurez-vous que personne n'ouvre la porte pendant exactement 15 minutes, puis ouvrez la porte et lisez de nouveau la température. Rebranchez le réfrigérateur (son moteur va probablement se mettre en marche) et attendez de nouveau 15 minutes (bien entendu, vous avez laissé le thermomètre à l'intérieur). Enlevez de nouveau la prise du réfrigérateur et recommencez l'expérience. Cette fois, ouvrez la porte pendant 30 secondes toutes les 5 minutes et lisez la température.

Dessinez un graphique semblable à celui du tableau 3.14 avec, pour abscisse, le temps, et, pour ordonnée, la température. À quel rythme la température augmente-t-elle? Cette augmentation de température ne se produit pas lorsque le réfrigérateur est débranché. Que se passe-t-il lorsque la porte est souvent ouverte?

Tableau 3.14



Pour calculer l'énergie consommée par le réfrigérateur, vous devez devoir estimer le nombre total d'heures de fonctionnement quotidien du moteur. (Il ne fonctionne pas tout le temps.) (Cf. tableau 3.4.)

Idées permettant d'économiser une partie de l'énergie consommée par les congélateurs et les réfrigérateurs

Établissez une liste d'idées permettant d'économiser l'énergie consommée par le réfrigérateur ou le congélateur et collez-la sur la porte. Voici une liste type qui vous permettra de commencer :

Réfrigérateur

Dégivrer avant que la couche de glace dépasse 6 mm d'épaisseur.

Régler le bouton de commande afin que la température ne soit pas plus basse que nécessaire. Vérifier si la porte ferme hermétiquement.

Ne pas ouvrir la porte plus souvent qu'il ne le faut. Installer le réfrigérateur à l'écart de toute source de chaleur directe et laisser l'espace voulu pour la circulation d'air sur les côtés et derrière.

Laisser refroidir les aliments chauds (sauf les viandes et les plats qui en contiennent) avant de les réfrigérer.

Ne pas «bourrer» le réfrigérateur afin de permettre une circulation normale de l'air.

?

Pourquoi les réfrigérateurs sans givre nécessitent-ils plus d'énergie que les réfrigérateurs munis d'un système de dégivrage? Comment fonctionnent-ils?

★ Discutez en classe ou en groupe des changements de mode de vie qui, au cours des années, ont créé ce besoin de refroidir ou de congeler nos aliments avant et, dans de nombreux cas, après la cuisson.

Réfrigérateurs et congélateurs : des pompes à chaleur

★ Vos réfrigérateurs et congélateurs sont, en quelque sorte, des pompes à chaleur. Ils prélèvent l'énergie thermique d'un endroit et l'amènent dans un autre endroit en consommant de l'énergie. À la lumière de ces explications, pensez-vous qu'il soit possible de refroidir une cuisine en été en ouvrant les portes de ces appareils? Quelle est la différence entre ces appareils et un système de climatisation (qui est également une sorte de pompe à chaleur)?

Documentez-vous, en bibliothèque, sur les pompes à chaleur.

Les moteurs électriques produisent des déplacements!

Une grande partie du travail, autrefois manuel, se fait maintenant à l'aide de moteurs électriques.

★ Faites le tour de votre maison et dressez une liste de tous les moteurs. N'oubliez pas ceux que l'on ne voit pas (ventilateurs de salle de bains, ventilateurs de réfrigérateur et de chaudière, tondeuse à gazon, aspirateur, etc.). Pensez-vous arriver à 20? à 50? Vous avez de fortes chances d'en trouver beaucoup dans la cuisine et dans l'atelier.

★ Déterminez la puissance des appareils de votre liste à l'aide des méthodes précédemment décrites. La puissance est peut-être indiquée en cheval vapeur : 1 CV = 746 W = 0,746 kW. La plupart des moteurs de votre maison ne dépassent pas un demi-cheval vapeur.

★ Estimez le temps d'utilisation de chaque moteur et établissez une analyse d'énergie, pendant un an, pour chacun d'entre eux. Calculez la consommation totale d'énergie. Quel est le pourcentage de la quantité totale d'énergie qui est consommée, chez vous, par ces appareils électriques?

Atelier

★ Effectuez une analyse d'énergie pour votre atelier, en estimant la quantité d'énergie qui s'y consomme au cours d'une année. Quel pourcentage de la quantité totale d'énergie l'atelier consomme-t-il? Expliquez en quoi l'atelier contribue à l'agrément de la vie de votre famille.

Diminution ou augmentation de l'humidité d'une pièce

L'humidité relative, de même que la température, influe grandement sur notre bien-être. Cette notion est approfondie dans la section sur le chauffage. Voici deux appareils qui se trouvent dans de nombreuses maisons et qui en modifient l'humidité relative :

1. *un déshumidificateur* – généralement utilisé l'été pour supprimer l'humidité de l'air chaud et moite des sous-sols;

2. *un humidificateur* – généralement utilisé l'hiver pour augmenter l'humidité de l'air sec de votre maison.

★ Vérifiez si votre maison est équipée de l'un de ces appareils. Si oui, établissez, à l'aide des méthodes précédemment indiquées, leur consommation totale d'énergie pendant la saison d'utilisation. Reportez-vous au tableau 3.4 pour faire les estimations de la consommation d'énergie. Réfléchissez à l'intérêt de ces appareils : les avantages qu'ils procurent compensent-ils leur consommation d'énergie?

Tableau 3.15

Liste des appareils de «confort» électriques

Appareil	Type d'énergie produite (chaleur, lumière, mouvement, etc.)	Puissance (watts)	Durée d'utilisation (heures par mois)	Estimation (kilowatts-heures par mois)

★ **Appareils de «confort»**

Les anglophones désignent sous le terme d'appareils de «confort» une certaine catégorie d'appareils électriques. Les membres de votre classe ou de votre groupe peuvent commencer par établir une liste de ces appareils, puis vérifier ceux qu'ils ont chez eux. Établissez votre liste sous la forme du tableau 3.15 si vous effectuez une analyse d'énergie de ces appareils.

1. Quelles conclusions pouvez-vous tirer de votre liste et des listes des autres membres de votre groupe ou de votre classe?

2. Suggérez des raisons pour lesquelles on achète ces appareils. Pourquoi les gens pensent-ils qu'ils «ne pourraient pas s'en passer»?

3. Certains appareils de confort permettent-ils réellement d'économiser de l'énergie si on se réfère au contexte global de l'énergie? Choisissez un exemple et analysez le pour et le contre.

4. Quelle sorte d'énergie crée-t-on en même temps que l'énergie que l'on désire obtenir et que devient-elle par la suite?

5. Dans de nombreux cas, bien que l'énergie consommée par ces appareils soit très faible, ils équivalent malgré tout à la consommation de quantités importantes d'énergie. Expliquez comment.

6. Quelles attitudes l'utilisation de ces appareils de confort aide-t-elle à créer chez les consommateurs?

★ Effectuez une analyse d'énergie d'une couverture chauffante.

L'énergie consommée dans une nuit est égale à $P \times t$

P (kW) × temps (h) = _____ kW•h

1. Quelles sont les autres façons de conserver la chaleur?

2. Consomment-elles plus ou moins d'énergie que l'utilisation d'une couverture chauffante?

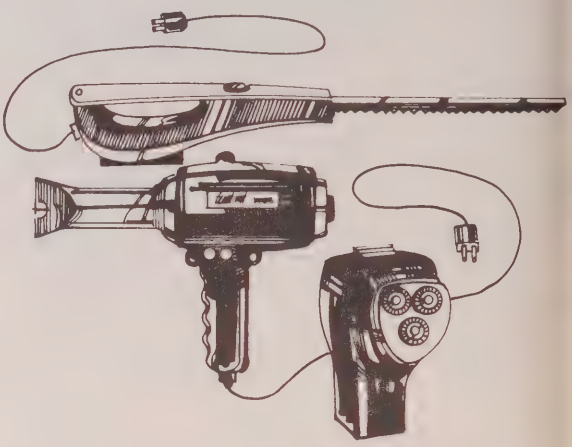
3. Estimez la quantité d'énergie consommée par une couverture chauffante au cours d'une année.

★ Effectuez une analyse d'énergie d'un sèche-cheveux.

La consommation totale d'énergie par an est égale à P (kW) × temps (h) pour sécher les cheveux d'une personne × le nombre de fois que les membres de la famille utilisent le sèche-cheveux dans une année = _____ kW•h.

La meilleure façon de résoudre un problème c'est de le supprimer! Suggérez à votre père de se laisser pousser la barbe afin d'économiser de l'énergie! (N'oubliez pas qu'il devra la laver.)

★ Pouvez-vous prouver que l'utilisation d'un rasoir électrique une fois par jour jusqu'à ce qu'il ne fonctionne plus consomme moins d'énergie que la quantité d'eau chaude dont on se sert pour faire de la mousse avec un blaireau? Que pensez-vous des petits appareils de chauffage électriques utilisés pour faire de la mousse chaude?



Jouets électriques

★ Dressez une liste de quelques jouets électriques. Discutez avec vos camarades de classe pour savoir si oui ou non les jouets à piles doivent également y être inclus. Demandez-leur de répondre, pour chaque jouet, aux questions suivantes : Depuis combien de temps est-il commercialisé? L'a-t-il été pour répondre à un besoin ou ne comble-t-il aucun besoin si ce n'est celui qu'a créé à son égard la publicité? S'il répond à un besoin, pouvez-vous lui trouver des substituts qui consommeraient moins d'énergie? Examinez le cas des karts, des grandes roues, des montagnes russes, etc.

Rôle de l'énergie électrique dans les communications

Télévision

★ Combien d'heures par semaine votre famille regarde-t-elle la télévision? Faites le relevé des heures d'utilisation sur un tableau semblable au tableau 3.16.

Tableau 3.16

Enquête sur l'utilisation de la télévision

Émission	Durée	Spectateurs	Cote de l'émission

ableau 3.17

egrés-jours et température de calcul (Ontario)

Ville	Température de calcul 2,5% °C	Degrés-jours au-dessous de 18°C
Ailsa Craig	−16	7 300
Ajax	−19	7 500
Alexandria	−24	8 400
Alliston	−22	8 300
Almonte	−26	8 700
Ansonville	−32	11 400
Armstrong	−39	12 458
Arnprior	−27	8 800
Atikokan	−34	11 066
Aurora	−20	7 900
Bancroft	−26	9 100
Barrie	−23	8 200
Barriefield	−22	7 800
Beaverton	−23	8 400
Belleville	−22	7 709
Belmont	−16	7 300
Bowmanville	−19	7 600
Bracebridge	−25	8 800
Bradford	−22	8 100
Brampton	−18	7 721
Brantford	−16	7 202
Brighton	−21	7 800
Brockville	−23	7 900
Brooklin	−19	7 800
Burks Falls	−26	9 300
Burlington	−16	6 800
Caledonia	−16	7 200
Cambridge	−17	7 600
Campbellford	−23	8 100
Camp Borden	−22	8 200
Cannington	−23	8 400
Carleton Place	−25	8 600
Cavan	−22	8 200
Centralia	−16	7 243
Chapleau	−35	10 900
Chatham	−14	6 503
Chelmsford	−26	9 700
Chesley	−18	7 800
Clinton	−16	7 600
Coboconk	−24	8 700
Cobourg	−20	7 700
Cochrane	−33	11 412
Colborne	−21	7 700
Collingwood	−21	8 400
Cornwall	−23	8 200
Corunna	−14	7 000
Deep River	−29	9 500
Deseronto	−22	7 500
Dorchester	−16	7 400
Dorion	−32	10 800
Dresden	−15	6 800
Dryden	−34	11 147
Dunbarton	−18	7 400
Dunnville	−14	7 000
Durham	−19	8 474
Dutton	−15	6 900
Earlton	−32	10 792
Edison	−33	11 000
Elmvale	−23	8 400
Embro	−16	7 600
Englehart	−32	10 900
Espanola	−25	9 300
Exeter	−16	7 500
Fenelon Falls	−24	8 600
Fergus	−19	8 452
Fonthill	−14	6 800
Forest	−14	7 031
Fort Erie	−14	6 600
Fort Frances	−32	10 700
Gananoque	−22	7 800
Georgetown	−18	7 817
Geraldton	−35	12 000
Glencoe	−15	7 000
Goderich	−16	7 712
Gore Bay	−23	9 009
Graham	−67	11 838
Gravenhurst	−25	8 700
Grimsby	−15	6 592
Guelph	−18	7 749
Guthrie	−23	8 300
Hagersville	−15	7 200
Haileybury	−32	10 700
Haliburton	−26	9 038
Hamilton	−16	6 821
Hanover	−18	8 000
Hastings	−23	8 200
Hawkesbury	−25	8 800
Hearst	−33	11 900
Honey Harbour	−23	8 400
Hornepayne	−37	12 066
Huntsville	−26	8 726
Ingersoll	−16	7 400
Jarvis	−15	7 100
Jellicoe	−36	11 800
Kapuskasing	−33	11 560
Kemptville	−24	8 338
Kenora	−33	10 796
Killaloe Sta	−28	9 074
Kincardine	−16	7 800
Kingston	−22	7 724
Kinmount	−25	8 800
Kirkland Lake	−32	11 269
Kitchener	−17	7 566
Lakefield	−23	8 500
Lansdowne House	−39	13 021
Leamington	−14	6 547
Lindsay	−23	8 400
Lions Head	−18	8 000
Listowel	−18	8 500
London	−16	7 349
Lucan	−16	7 395
Maitland	−23	7 900
Markdale	−19	8 600
Martin	−36	11 600
Matheson	−32	11 400
Mattawa	−29	9 800
Midland	−23	8 400
Milton	−17	7 500
Milverton	−18	8 300
Minden	−26	8 900
Mississauga	−17	7 000
Mitchell	−17	8 076
Moosonee	−36	12 723
Morrisburg	−23	8 105
Mount Forest	−19	8 800
Muskoka Airport	−25	8 758
Nakina	−34	11 969
Napanee	−22	7 600
Newcastle	−19	7 600
New Liskeard	−32	10 700
Newmarket	−21	8 000
Niagara Falls	−15	6 881
North Bay	−27	9 677
Norwood	−23	8 300
Oakville	−17	6 700
Orangeville	−20	8 526
Orillia	−24	8 463
Oshawa	−19	7 600
Ottawa	−25	8 693
Owen Sound	−18	7 762
Pagwa River	−34	11 599
Paris	−16	7 400
Parkhill	−15	7 300
Parry Sound	−23	8 480
Pembroke	−28	9 100
Penetanguishene	−23	8 400
Perth	−24	8 300
Petawawa	−29	9 200
Peterborough	−23	8 300
Petrolia	−15	6 900
Picton	−21	7 500
Plattsville	−17	7 600
Point Alexander	−29	9 500
Porcupine	−33	11 400
Port Burwell	−14	7 000
Port Colborne	−14	6 700
Port Credit	−17	6 800
Port Dover	−14	7 046
Port Elgin	−17	7 800
Port Hope	−20	7 700
Port Perry	−21	8 100
Port Stanley	−14	7 000
Prescott	−23	7 500
Princeton	−16	7 400
Raith	−34	11 100
Red Lake	−34	11 400
Renfrew	−27	8 787
Ridgeway	−14	6 600
Rockland	−26	8 800
St. Catharines	−15	6 537
St. Marys	−16	7 600
St. Thomas	−15	7 073
Sarnia	−14	7 061
Sault Ste. Marie	−26	9 500
Schreiber	−34	11 131
Seaforth	−16	7 800
Simcoe	−15	7 100
Sioux Lookout	−34	11 313
Smiths Falls	−24	8 300
Smithville	−15	7 200
Smooth Rock Falls	−33	11 500
Southampton	−17	7 811
South Porcupine	−33	11 400
South River	−26	9 500
Stirling	−23	7 976
Stratford	−17	7 900
Strathroy	−16	7 200
Streetsville	−17	7 500
Sturgeon Falls	−27	9 500
Sudbury	−26	9 600
Sundridge	−26	9 400
Tavistock	−17	7 700
Thamesford	−16	7 400
Thedford	−15	7 100
Thunder Bay	−31	10 405
Tillsonburg	−15	7 200
Temagami	−30	10 200
Timmins	−33	11 400
Toronto	−17	6 827
Trenton	−21	7 510
Trout Creek	−27	9 600
Trout Lake	−38	14 040
Uxbridge	−22	8 170
Vanier	−25	8 600
Vittoria	−14	7 100
Walkerton	−17	7 647
Wallaceburg	−14	6 668
Waterloo	−17	7 566
Watford	−15	7 000
Wawa	−36	10 334
Welland	−14	6 691
West Lorne	−15	6 900
Whitby	−19	7 500
White River	−39	11 674
Wiarton	−17	8 063
Windsor	−14	6 579
Wingham	−17	7 800
Woodstock	−16	7 542
Wyoming	−15	7 000

2. Quel rôle la télévision joue-t-elle dans votre vie? Quelles sont les valeurs qui s'y rattachent?

3. Peut-on s'assurer par quelques règles simples que la télévision ne fait pas gaspiller d'énergie?

4. Calculez le nombre total d'heures, dans la semaine, durant lesquelles vous regardez la télévision et déterminez avec votre famille s'il serait bon de le réduire. Que pourriez-vous faire du temps gagné? Les occupations de remplacement vous feraient-elles consommer plus d'énergie?

5. Calculez la consommation d'énergie. Vous devrez tenir compte des questions suivantes :
a) Le téléviseur est-il en noir et blanc ou en couleurs?
b) L'appareil est-il muni d'un contacteur instantané? (Qu'est-ce que cela signifie? Est-ce nécessaire?)
c) Les commandes sont-elles manuelles ou à distance?

Estimez la puissance consommée à l'aide du tableau 3.4 si vous ne pouvez trouver la réponse au dos de l'appareil ou sur le manuel, ou s'il n'est pas possible de la mesurer à l'aide du compteur électrique dont on a parlé à la section 2.

Radios, stéréos, lecteurs de bande magnétique

★Déterminez la puissance de chaque appareil, estimez leur durée d'utilisation quotidienne (ou hebdomadaire) et calculez la consommation d'énergie électrique.

Faites attention de ne pas confondre la puissance de sortie avec la puissance d'entrée dont ont besoin les appareils pour fonctionner. Si vous pouvez vous procurer les deux, essayez de calculer le rendement de la conversion. Que se produit-il avec l'énergie sonore produite? Combien d'heures ces appareils fonctionnent-ils sans que personne ne les écoute réellement?

Quelques sujets de réflexion

★1. Qui fournit l'électricité permettant de faire fonctionner le téléphone?

★2. De quelle façon l'électricité intervient-elle dans la production de tous les documents que vous recevez chez vous (journaux, livres, magazines, etc.)? Qu'en faites-vous après les avoir lus?

Chauffage électrique

Le chauffage à l'électricité est propre. N'oubliez pas cependant que cette énergie est une énergie de transformation produite, dans les centrales, à partir d'autres types d'énergie. Vanterait-on réellement les avantages du chauffage électrique si l'on tenait compte également de son mode de production et de distribution?

En 1976, 8% environ des foyers ontariens se chauffaient à l'électricité.

★Si votre maison est partiellement ou complètement chauffée à l'électricité, déterminez la charge totale connectée. La charge connectée est à peu près égale à la perte thermique. Utilisez la formule ci-dessous pour calculer le nombre de kilowatts-heures consommés pendant une année complète par le chauffage de votre maison.

$$\text{kW•h} = \frac{\text{perte thermique (kW)} \times \text{degrés-jours} \times \text{C}}{\text{différence de température de calcul (°C)}}$$

Remarques. 1. Les degrés-jours et les températures de calcul sont indiqués sur le tableau 3.17.

2. «C» est le facteur d'expérience; il équivaut généralement à 16; vérifiez malgré tout auprès de votre entreprise locale de services publics d'électricité.

Comparaison du rendement des systèmes de chauffage

★Bien que le rendement du chauffage électrique soit très élevé sur place, le rendement global du processus, si on y inclut le transport et la production de l'électricité, est bien moindre. Cependant, c'est aussi le cas des autres sources thermiques. Comparez le rendement global (de la production à l'utilisation finale) du pétrole, du gaz et de l'électricité utilisés pour le chauffage. Envisagez toutes les sources d'énergie utilisées pour le chauffage. Examinez toutes les sources d'énergie utilisées pour produire de l'électricité. Les données en fin de la partie 7 et à la figure 3.9 vous aideront à effectuer ces calculs.

Chauffage à l'électricité : avantages et inconvénients

★Discutez, en classe ou en groupe, des avantages et des inconvénients du chauffage à l'électricité. Analysez l'opinion suivante exprimée après la lecture d'un article en faveur du chauffage à l'électricité.

> Avant que tous vos lecteurs se précipitent pour acheter des appareils de chauffage électrique . . . je tiens à préciser un certain nombre de points.
>
> Dans ce cas, les avantages locaux d'un système propre de chauffage, d'une grande souplesse d'utilisation et de faible coût d'installation, se transforment en une augmentation progressive des coûts globaux à cause de la création d'un nombre de plus en plus important de centrales à des endroit qui s'y prêtent de moins en moins. La plus grande partie de notre potentiel hydraulique est ou va bientôt être complètement exploitée; malheureusement l'exploitation de ces ressources n'avait pas été prévue pour satisfaire également la demande de chauffage. L'augmentation de la demande de chauffage à l'électricité entraîne l'augmentation de la demande de capacité d'électricité (le chauffage à l'électricité augmentera la demande de pointe qui se situe généralemen en décembre ou en janvier), et à l'avenir cette capacité sera en grande partie thermique : pétrole et gaz, mais surtout charbon et énergie nucléaire. Dans ce cas, le manque d'efficacité absurde du chauffage par résistance électrique (moins de 30%*) aura d'importantes conséquences écologiques.
>
> *Il s'agit du rendement global, y compris production et transport.

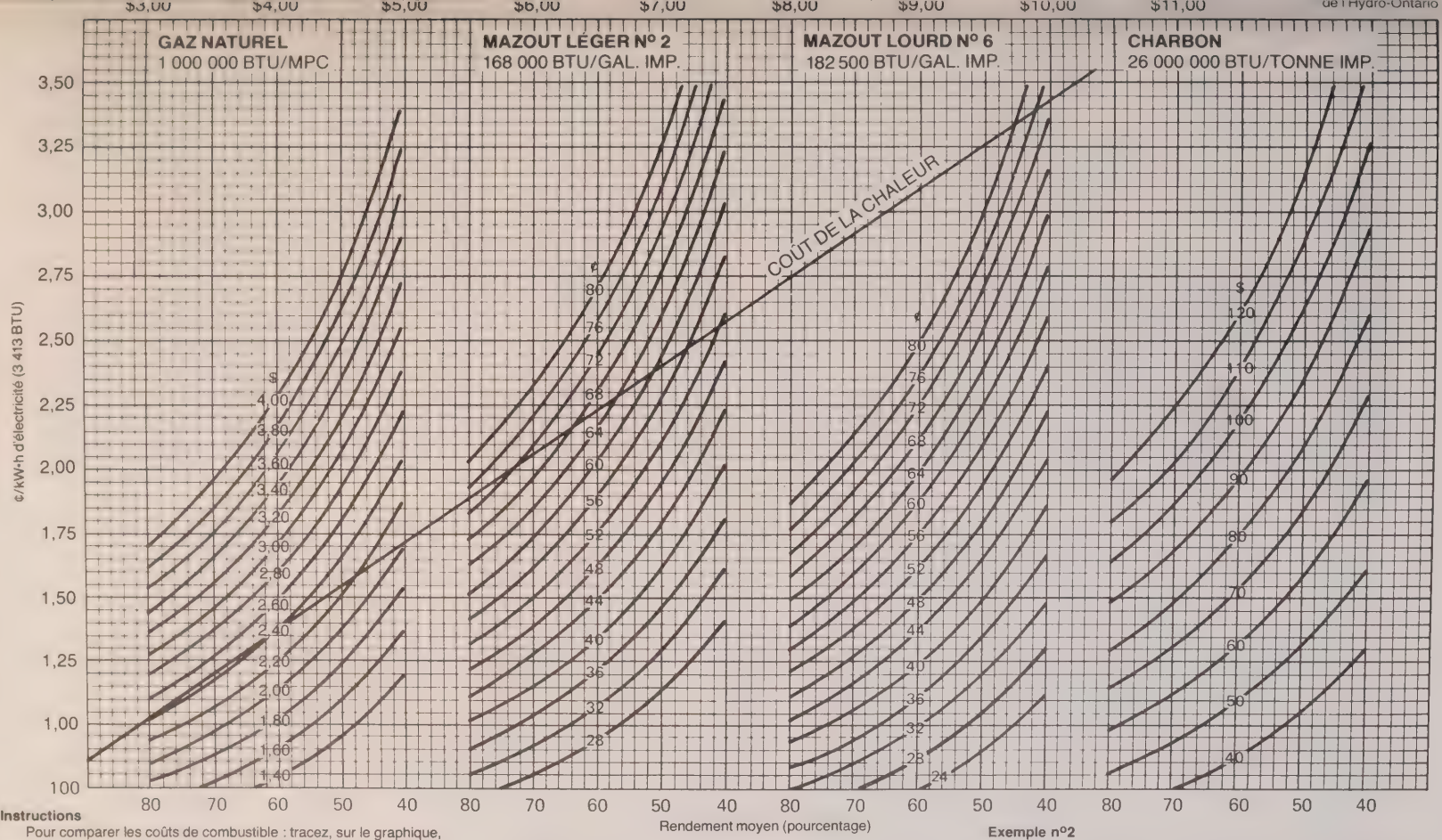
Radiateurs portatifs

★De nombreuses maisons utilisent des radiateurs électriques portatifs et des plinthes chauffantes, portatives ou fixes. Si vou en utilisez, déterminez leur puissance (kilowatts), puis estimez le nombre d'heures par année durant lesquelles ils sont utilisés et le nombre total de kilowatts-heures d'énergie convertie. De quelle façon faudrait-il utiliser ces appareils de chauffage pour économiser au maximum de l'énergie? Pouvez-vous suggérer des systèmes qui remplacent avantageusement ces radiateurs portatifs?

Abaissement du thermostat la nuit

★1. À l'aide des indications de l'unité d'étude sur le chauffage, expliquez en quoi l'abaissement du thermostat la nuit vous permet d'économiser de l'énergie électrique, même si votre maiso est chauffée au mazout ou au gaz naturel.

2. Quels autres types d'énergie permet-il d'économiser?



Instructions

Pour comparer les coûts de combustible : tracez, sur le graphique, une droite horizontale passant par le point déterminé par les facteurs connus du combustible.

Ces facteurs sont : le coût unitaire du combustible et le rendement de production thermique de l'appareil consommant le combustible.

L'intersection de l'horizontale avec la droite du «coût de la chaleur» indique sur l'échelle supérieure des abscisses le coût par million de BTU en dollars.

Tous les combustibles à travers lesquels passe l'horizontale produisent la chaleur au même coût.

Tout coût de combustible au-dessus de cette droite est plus cher et tout coût de combustible situé au-dessous de cette droite est moins cher.

Remarque. Le graphique est fondé sur les coûts de 1975. Les chiffres actuels sont plus élevés.

Exemple nº 1

Supposez que le coût actuel d'électricité soit de 2¢/kW•h. Tracez une ligne horizontale passant par l'ordonnée 2¢ d'électricité. Le coût de la chaleur est de $5,86 par million de BTU. Tous les autres combustibles par lesquels passe la droite produiront de la chaleur au même coût.

Si le rendement annuel moyen d'une chaudière à gaz est de 50%, le prix correspondant du gaz est de $3,50 par MPC.

De même, avec un rendement de 60%, le prix équivalent du mazout léger nº 2 est de 59 cents/gallon, pour le mazout lourd nº 6, de 64 cents/gallon et pour le charbon, de $91 la tonne.

Exemple nº2

Le charbon acheté à $50 la tonne donne un rendement de 40%. L'ajout d'un système de récupération de la chaleur en vue de préchauffer les produits et l'air de combustion porte le rendement à 60%. Calculez le coût de la chaleur avec puis sans le matériel de récupération de la chaleur.

Tracez une horizontale passant par l'intersection de la courbe des $50 la tonne de charbon et d'une verticale passant par l'abscisse 40% de rendement. L'intersection de l'horizontale avec la droite du « coût de la chaleur» indique $4,75 comme coût de la chaleur par million de BTU. De même, pour un rendement de 60%, on obtient un coût de la chaleur de $3,20 par million de BTU.

Remarque. Il vous faudra peut-être vous reporter au tableau 5 de la page 52.

Figure 3.10

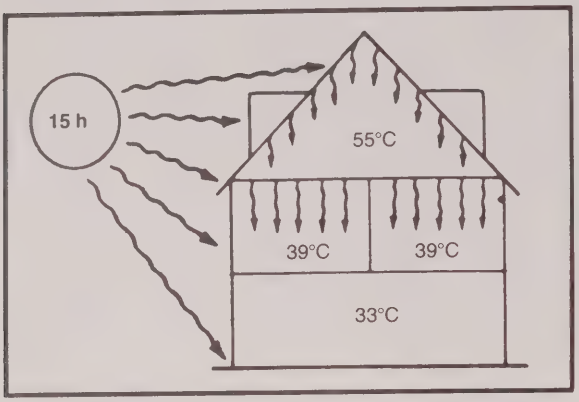
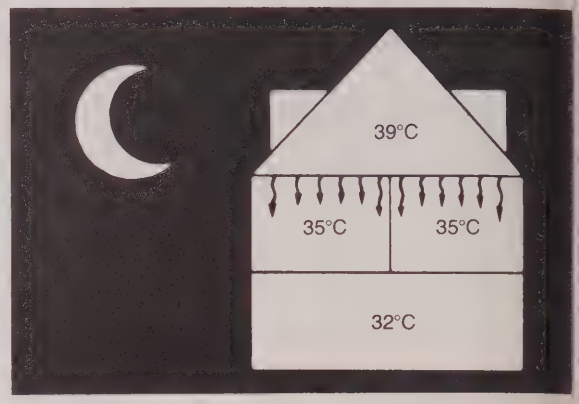


Figure 3.11



Climatisation électrique

Dans les secteurs domestique et commercial de notre société, l'évolution vers le «conditionnement de l'air» représente probablement le principal facteur d'augmentation de notre consommation d'énergie électrique. Penchons-nous donc sérieusement sur le problème!

S'il vous est déjà arrivé de faire un tour dans l'entretoit un jour d'été, vous savez déjà à quel point il peut y faire chaud. Lorsqu'il fait 35°C dehors, la température peut atteindre 55°C dans l'entretoit.

La première image ci-dessus illustre l'augmentation de température résultant de l'action directe, à 15 h, des rayons solaires. Notez que la chaleur emmagasinée dans l'entretoit se transmet vers le bas jusqu'aux pièces habitées.

La seconde image illustre la transmission de chaleur et les températures après le coucher de soleil. La température extérieure est plus froide, il y a donc un certain effet modérateur, mais l'air chaud emmagasiné dans l'entretoit ne tombe pas au-dessous de 39°C. Se dégageant vers le bas, la chaleur incommode les habitants de la maison qui se trouvent dans les chambres ou dans les autres pièces d'habitation. La chaleur devient chaque jour un peu plus pénible au fur et à mesure qu'une vague de chaleur avance. Le sous-sol procure un certain soulagement, car les espaces aménagés au-dessous du niveau du sol sont d'une certaine façon protégés des radiations solaires. Les sous-sols sont malheureusement souvent trop frais et humides au cours des mois d'été. Cette forte humidité souterraine résulte de la rencontre permanente d'air chaud et d'air relativement froid.

Pour refroidir une maison durant les mois d'été, l'air chaud doit être chassé de l'entretoit et des pièces d'habitation. On y parvient en utilisant soit des ventilateurs soit des appareils de climatisation.

N'oubliez pas que les vagues de chaleur que nous connaissons en Ontario sont rarement très fortes ou de longue durée. En fait, le besoin de climatisation l'été ne dure, dans notre province, qu'une courte partie de l'année.

★ Faites une enquête auprès de vos camarades de classe et énumérez les diverses méthodes utilisées pour résoudre le problème de la chaleur. Mettez sur pied des méthodes qui intègrent, entre autres, les éléments suivants :

1. ventilateur
2. appareil de climatisation (situé dans un endroit central ou encastré dans une fenêtre)
3. ventilateur de circulation de chaudière
4. combinaison des éléments précédents
5. ventilation de l'entretoit
6. évents supplémentaires de sous-face et de toit

★ Discutez des méthodes précédentes et essayez de déterminer celles qui consomment le plus d'énergie, celles qui en consomment le moins, et pourquoi.

Appareils de climatisation

L'augmentation des ventes d'appareils de climatisation est un facteur important d'augmentation de la consommation d'énergi électrique dans le secteur domestique. Un appareil de climatisa tion fonctionne comme une pompe à chaleur : il prélève de l'énergie thermique à l'intérieur de la maison et la transporte à l'extérieur.

★ Si votre famille n'a pas encore acheté d'appareil de climatisation, mais qu'elle prévoie le faire, déterminez la puissance de refroidissement nécessaire. Voici quelques renseignements de l'Hydro-Ontario qui pourront vous y aider :

Achetez un appareil de climatisation qui ait la capacité voulu (mesurée en BTU). Si vous choisissez bien votre modèle, l'appareil établira une agréable fraîcheur dans les pièces, diminuera l'humidité, nettoiera l'air et fonctionnera à son rendement maximal. Si vous avez surévalué vos besoins réels, l'appareil fera peut-être tomber la température très rapidement, mais vous vivrez dans une atmosphère glaciale et moite à la fois car l'appareil ne restera pas en marche suffisamment longtemps pour éliminer l'humidité excessive. En outre, un appareil trop gros coûte beaucoup plus cher à l'achat et augmente inutilement le compte d'électricité. D'un autre côté, un appareil trop petit a bien peu de chance de refroidir efficacement les pièces, tout en augmentant considérablement le compte d'électricité car le moteur fonctionn beaucoup plus longtemps. Voilà pourquoi il est essentiel que vous compreniez parfaitement les principes fondamentaux d l'évaluation en BTU de la capacité des appareils.

Figure 3.12

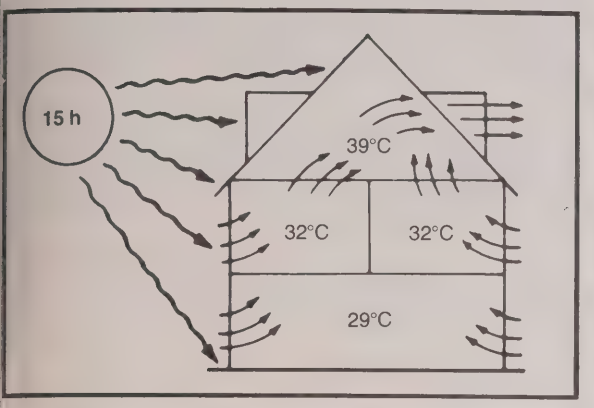
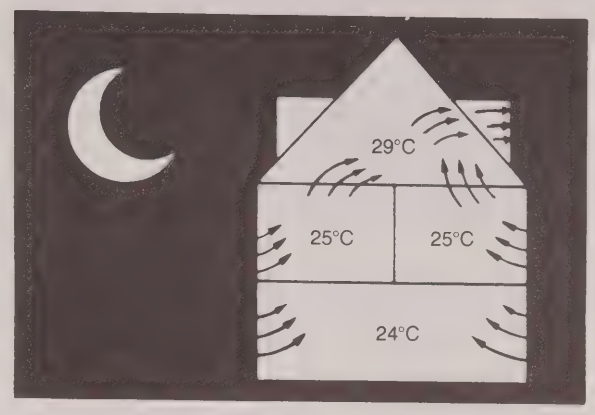


Figure 3.13



La capacité de refroidissement d'un appareil de climatisation se calcule en British Thermal Units (unités thermiques anglaises) ou BTU. En règle générale, on a besoin d'environ 18 BTU pour refroidir et assécher un pied carré de plancher dans une maison ou un appartement moyen (soit en unités S.I., 200 kJ/m^2). Un appareil de 18 000 BTU, encastré dans une fenêtre, refroidit donc quelque mille pieds carrés. Exprimé autrement, cela signifie que cet appareil peut suffire à la climatisation d'un salon de 20′ × 25′, d'une cuisine de 20′ × 20′ et d'une salle à manger de 12′ × 15′. Bien entendu, la circulation d'air doit être bonne entre les différentes pièces. D'autre part, l'appareil climatisera en partie le couloir et, le cas échéant, la cage d'escalier.

Un appareil de 12 000 BTU climatise environ 650 pieds carrés et un appareil de 9 000 BTU environ 500 pieds carrés.

À l'aide des informations précédentes, calculez la capacité requise pour refroidir :

a) votre chambre

b) votre maison, à l'exclusion du sous-sol

Faites une analyse d'énergie de votre appareil de climatisation.

1. Calculez le rendement de l'appareil en convertissant les BTU/h en watts et en les comparant à la puissance d'entrée. (Voir les tableaux de la section 7.)

$$\text{Rendement} = \frac{\text{capacité nominale (en watts)}}{\text{puissance d'entrée (en watts)}} \times 100\%$$

2. Expliquez ce que l'on peut déduire du résultat.

3. Que faut-il faire pour utiliser efficacement et sans gaspillage un appareil de climatisation?

Remarques.

i) Le chauffage d'une maison est un domaine de plus en plus important d'application des techniques de pompe à chaleur. Documentez-vous sur le fonctionnement des pompes à chaleur.

ii) Si la puissance de l'appareil n'est pas indiquée sur l'appareil de climatisation, utilisez la méthode de détermination de la puissance expliquée précédemment dans la section 2. Par exemple, si l'appareil fonctionne en 120 volts et que le courant utilisé soit de 10 ampères, $P = V \times A$, c'est-à-dire :

puissance = voltage × courant
= 120 V × 10 A
= 1 200 W

Rafraîchissement par ventilation

Un ventilateur permet de dissiper la chaleur accumulée. Des ventilateurs axiaux de grande capacité aspirent l'air chaud et le remplacent par l'air plus frais de l'extérieur, diminuant la température intérieure et la ramenant à un niveau agréable. Les ventilateurs de grande capacité s'installent dans des fenêtres ou, encore mieux, directement dans l'entretoit.

Remarque. Les figures 3.12 et 3.13 illustrent l'effet d'un ventilateur installé dans l'entretoit à la fois sur la température du jour et sur celle de la nuit.

Même si le ventilateur procure un certain soulagement durant l'après-midi, c'est après le coucher du soleil qu'il se révèle le plus utile. En remplaçant l'air chaud des combles par l'air plus frais de la nuit, la température tombe, comme on le voit sur l'illustration, de 39°C à 29°C, soit une température supportable. Dans les chambres et les autres pièces d'habitation, la température, 25°C, est redevenue agréable. Généralement, un système de ventilation coûte moins cher à installer et à faire fonctionner qu'un appareil de climatisation. Cependant, un système de ventilation ne diminue pas réellement l'humidité, ni ne supprime la poussière ou le pollen. Précisons que certains climatiseurs présentent eux aussi ces deux inconvénients.

4. Économie d'énergie = économie d'argent

Programme estival de climatisation

★ Mettez sur pied un programme de climatisation de votre maison l'été qui n'entraîne cependant aucun gaspillage d'énergie.

★ Au moyen d'un graphique ou d'une chaîne d'énergie, indiquez de quelle façon les ventilateurs et les appareils de climatisation peuvent augmenter la consommation de nos combustibles fossiles, de la même façon que le chauffage.

Voici quelques autres moyens de rafraîchir votre maison que propose l'Hydro-Ontario dans la publication intitulée *Summer Cooling* :

Aspirateur de salle de bains
Mettez en marche l'aspirateur de salle de bains ou ouvrez la fenêtre après vous être baigné. Assurez-vous que la porte de la salle de bains est fermée. Après plusieurs minutes, arrêtez l'aspirateur ou fermez la fenêtre de façon que l'air conditionné des autres pièces ne soit pas gaspillé. Les rideaux de douche en plastique ou les portes de verre sont préférables aux rideaux en tissu ou en toile, qui absorbent l'eau et augmentent l'humidité de votre maison.

Ventilateur de cuisine
Lorsque vous cuisinez sur les foyers de la cuisinière, un ventilateur (souvent une hotte) aspire directement l'air chaud à l'extérieur, soulageant d'autant le travail que doit fournir votre système de climatisation.

Ventilateur de l'entretoit
Lorsqu'il fait 35°C à l'extérieur, la température peut atteindre 55°C dans l'entretoit. Cette masse de chaleur qui s'y accumule rend très difficile le refroidissement des pièces d'habitation. En installant un ventilateur dans l'entretoit, dans une fenêtre, un évent de pignon, de mur ou de toit, vous aspirez cet air chaud et stagnant et diminuez la température, dans certains cas, de 20°C. Votre appareil de climatisation n'a pas à fonctionner aussi souvent que s'il devait seul diminuer la chaleur en provenance de l'entretoit.

Ventilateurs de fenêtre
À l'exception du ventilateur de l'entretoit, ne faites jamais marcher des ventilateurs de fenêtre donnant sur l'extérieur lorsque l'appareil de climatisation est en marche. Vous pouvez, par contre, utiliser des ventilateurs pour distribuer l'air climatisé des pièces munies de ventilateurs de fenêtre dans celles qui n'en ont pas.

Isolation
Une bonne isolation permet de garder votre maison fraîche en été comme elle permet de la garder chaude en hiver. Vérifiez si votre isolation est suffisante. (Cf. l'unité d'étude sur le chauffage.)

Gardez les rideaux fermés
Ne laissez pas entrer la chaleur du soleil d'été : gardez vos rideaux fermés durant le jour. Cette simple précaution vous évitera de faire entrer inutilement de la chaleur par une fenêtre panoramique.

Les exercices de cette section vous ont montré comment les divers appareils de votre maison convertissent l'énergie électrique en une autre forme d'énergie. Dans la prochaine section nous allons examiner les coûts qui en résultent.

Introduction

Les premiers exercices de cette section portent sur la vente d'énergie électrique aux consommateurs selon la tarification domestique. Ils sont suivis d'une série d'exercices où vous aurez à utiliser directement les comptes que vous envoie l'Hydro.

Ces exercices, ainsi que les exercices précédents, montrent que la demande d'énergie varie en fonction de l'heure, du moment de la semaine, du mois et de l'année. Quelques-uns traitent donc des difficiles problèmes que pose la production *sur demande* d'électricité.

La section se termine par des exercices qui apprennent à l'élève à déterminer le coût de fonctionnement de tout appareil ou ensemble d'appareils pour une période donnée.

Tarification domestique – l'électricité n'est pas gratuite!

La Commission de l'énergie de l'Ontario

Le consommateur souhaite avant tout un approvisionnement satisfaisant en électricité à un tarif raisonnable. Ce tarif est fondé sur ce que coûtent aux fournisseurs la production et la distribution de l'énergie électrique. Lorsque l'Hydro-Ontario propose une augmentation générale de tarifs, elle doit faire une demande officielle auprès de la Commission de l'énergie de l'Ontario, qui en prend connaissance au cours d'audiences publiques. La marche à suivre est régie par la loi modifiant la loi sur la Commission de l'énergie de l'Ontario (1973) et vaut pour toutes les majorations de tarifs proposées après le 1er janvier 1975.

★ Demandez à quelques membres de la classe de répondre aux questions suivantes, après s'être documentés au centre de ressources de l'école.

- Qui siège à la Commission?
- Quand et comment fonctionne-t-elle?
- Quels sont les facteurs qui influent sur ses décisions?
- Publie-t-elle des rapports?

Tarification et compte d'électricité

★ Un argument de poids milite en faveur des économies d'énergie électrique : elles diminuent le montant du compte d'électricité. Combien vous facture-t-on pour votre consommation d'énergie électrique?

Tous les fournisseurs d'électricité ont des barèmes de tarifs qui indiquent le prix facturé aux abonnés pour divers types de service. Le tableau 3.18 indique les tarifs domestiques entrés en vigueur, en 1974, dans une ville de l'Ontario.

Vous remarquerez qu'en général le prix de l'énergie diminue proportionnellement à l'augmentation de la consommation.

★ Les membres de votre groupe ou de votre classe peuvent étudier les points suivants :

- Quelles sont les raisons de cette politique de fixation des prix?
- Cette tarification encourage-t-elle les clients à consommer plus d'énergie?
- Pourquoi faudrait-il que la tarification soit différente pour encourager l'économie d'énergie?

Tableau 3.18

Tarif de l'électricité à usage domestique en 1974

Facturation mensuelle		
1re tranche de	50 kW•h	@ 4,0 cents par kilowatt-heure
Tranche suivante de	200 kW•h	@ 1,8 cent par kilowatt-heure
Tranche suivante de	750 kW•h	@ 1,05 cent par kilowatt-heure
Tous les kilowatts-heures supplémentaires		@ 1,35 cent par kilowatt-heure
Mensualité minimale		$3

Le tarif inclut la consommation d'électricité consacrée au chauffage de la maison.

Tableau 3.19

Tarif de l'électricité à usage domestique en 1976

Facturation mensuelle		
1re tranche de	50 kW•h	@ 4,6 cents par kilowatt-heure
Tranche suivante de	200 kW•h	@ 2,3 cents par kilowatt-heure
Tranche suivante de	750 kW•h	@ 1,7 cent par kilowatt-heure
Tous les kilowatts-heures supplémentaires		@ 1,8 cent par kilowatt-heure
Mensualité minimale		$3,50

Le tarif inclut la consommation d'électricité consacrée au chauffage de la maison et de l'eau.

Tableau 3.20

Facturation en 1976

Les comptes envoyés aux particuliers correspondent généralement à deux mois de service et sont calculés de la façon suivante :

Exemple : 2 000 kW•h consommés en deux mois

100 kW•h	à	4,6¢	$ 4,60
400 kW•h	à	2,3¢	9,20
1 500 kW•h	à	1,7¢	25,50
2 000 kW•h			$39,30

Tarification et stimulants

. Les gouvernements fédéral et provinciaux ont demandé à tout e monde d'essayer d'économiser l'électricité. Pensez-vous que es fournisseurs d'électricité et de matériel électrique fassent eur possible pour accélérer ce mouvement d'économie? Tenez ompte dans votre étude des arguments publicitaires utilisés ans les journaux, dans les magazines, dans les catalogues, à a radio et à la télévision. Visent-ils l'augmentation des écono- ies d'énergie?

. L'Association canadienne de normalisation et les autres rganismes de réglementation font-ils eux aussi leur part pour iire réaliser des économies d'énergie?

Individuellement, puis en groupe, établissez une droite des aleurs pour chaque question importante soulevée au cours de discussion en la présentant sous forme d'énoncé. (Les tech- ques d'établissement de droite des valeurs sont exposées ans l'étude de cas présentée au début de l'introduction.)

À combien revient actuellement à votre famille sa consommation d'électricité?

★ Procurez-vous le barème des tarifs actuels d'électricité en fonction desquels sont établis les comptes de votre famille. Établissez une comparaison entre ces tarifs et ceux du tableau 3.18.

★ La figure 3.14 indique une façon facile de déterminer le coût moyen d'un kilowatt-heure d'énergie. Prenez un compte récent et déduisez tous les frais qui ne relèvent pas de l'énergie; divisez le solde par le nombre de kilowatts-heures facturés. Dans l'exemple du tableau 3.20, le coût moyen par kilowatt-heure serait $39,30 ÷ 2 000 kW•h = 1,97¢/kW•h.

★ En supposant les autres paramètres fixes (et ils ne le sont jamais), utilisez les exemples de tarifs des tableaux 3.18 et 3.19 pour extrapoler les tarifs de service résidentiel (ou domestique) en 1980 et 1985. Pour ce faire, établissez la différence d'augmentation des tarifs entre 1974 et 1976 et appliquez-la au même rythme jusqu'en 1980 et 1985.

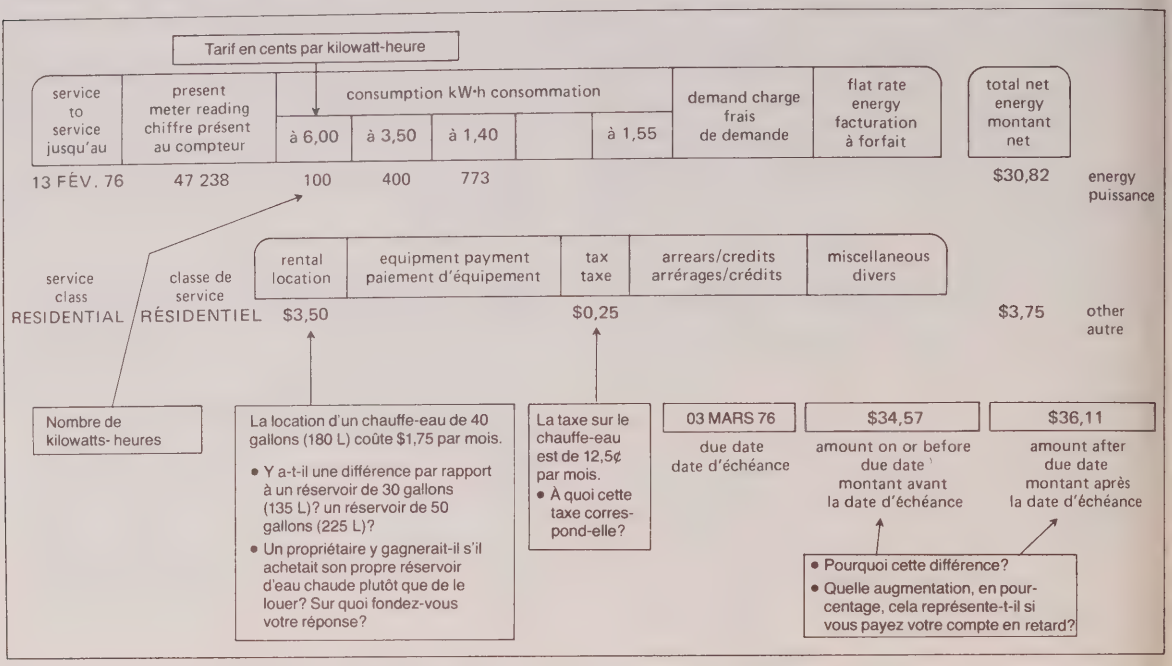
★ Le tableau 3.20 est un exemple de facturation pour 1976. Quel aurait été le coût en 1974 (voir tableau 3.18)? En utilisant vos extrapolations pour 1980 et 1985, établissez ce que serait le compte en 1980 et 1985.

★ Essayez de vérifier si votre entreprise de services publics envisage des majorations de tarifs dans un avenir proche. Envisage-t-elle des modifications de tarification générale?

Les exercices de la prochaine section portent sur les comptes d'électricité réels que vous recevez chez vous. Demandez à vos parents de vous les dénicher. Si votre famille ne conserve pas de double des comptes, commencez à les garder. Ils seront d'un grand intérêt au cours des prochaines années!

Figure 3.14

Utilisation de votre compte d'électricité



Demandez à vos parents un compte d'électricité et recalculez le montant à payer. Déterminez la quantité totale d'énergie consommée au cours de la période de facturation, le coût moyen par kilowatt-heure, la consommation quotidienne moyenne ainsi que le coût par jour.

Calcul

100 kW•h à 6,00¢/kW•h =	$ 6,00
400 kW•h à 3,50¢/kW•h =	14,00
773 kW•h à 1,40¢/kW•h =	10,82
1 273 kW•h	$30,82

pour deux mois.

Calcul du coût moyen de l'énergie

Énergie consommée = 1 273 kW•h
Coût = $30,82 (N'ajoutez pas le loyer!)

Coût moyen par kilowatt-heure

$$= \frac{3\,082¢}{1\,273\ \text{kW•h}} \quad 2{,}42¢/\text{kW•h}$$

Taux moyen de consommation

Soit une période de 60 jours

$$E/t = \frac{1\,273\ \text{kW•h}}{60\ \text{j}}$$

$$= 21{,}22\ \text{kW•h/j}$$
(ou 51,45¢/j)

★ Reportez-vous à la figure 3.14 pour effectuer le premier exercice avec un compte d'électricité.

★ Si vous avez les comptes de toute une année, vous pouvez en déduire le coût et la consommation réelle d'énergie par mois ou par deux mois. La confiance que vous pouvez mettre dans l'exactitude des différentes valeurs dépend du nombre de relevés du compteur (tâchez de le découvrir). Si vous avez terminé l'exercice précédent, qui traitait des facturations et des estimations de coût, vous pouvez revenir en arrière et corriger vos estimations de façon que les chiffres concordent. Il est surprenant de voir à quel point des calculs grossiers sont souvent proches de calculs beaucoup plus raffinés, . . . à condition, bien entendu, que vos estimations initiales aient été fondées sur des données réelles et sur un raisonnement réaliste!

★ Si vous avez des comptes d'électricité d'au moins une année, dessinez le graphique de la consommation mensuelle et expliquez-en les pointes et les creux (absences de la maison, variations des besoins d'énergie domestique en fonction des heures de clarté de la journée).

★ En vous appuyant sur la consommation réelle d'énergie et sur les coûts enregistrés sur les comptes d'électricité pour l'année, calculez le pourcentage de la consommation correspondant aux «dix gros» (les appareils «grands consommateurs d'énergie»). Reportez-vous à l'exercice que vous avez effectué sur la mesure de la consommation d'énergie par les appareils à la page 25.

★ Si un membre de votre classe ou de votre groupe possède des comptes remontant à deux ou trois ans, servez-vous-en pour tracer un graphique regroupant le coût moyen par kilowatt-heure de chaque facturation. Tracez sur le même graphique le coût moyen par kilowatt-heure et la consommation d'énergie moyenne au cours de la période (deux mois par exemple) avec le temps en abscisse. La figure 3.15 utilise les renseignements fournis dans le compte d'électricité de la figure 3.14.

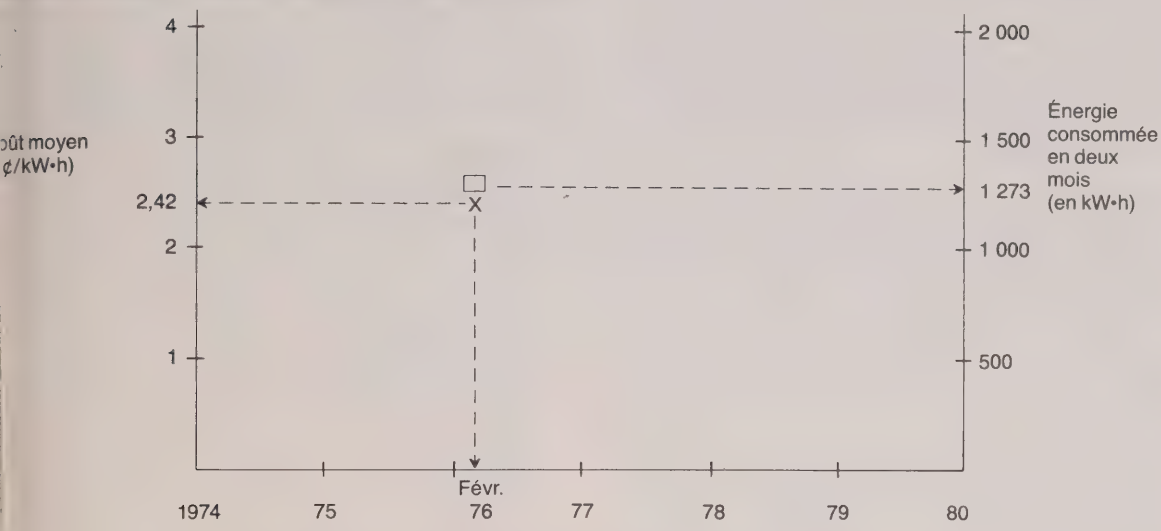
Prolongez le graphique de quelques années et tirez-en les conclusions qui s'imposent.

Comparaison de l'électricité, du mazout et du gaz

★ Prenez la consommation d'énergie moyenne au cours d'une année et convertissez-en le nombre total de kilowatts-heures en mégajoules ou en gigajoules. Convertissez la quantité d'énergie en nombre équivalent de gallons de mazout léger nº 2 ou de pieds cubes de gaz. Tenez compte du rendement de combustion. Les tableaux dont vous avez besoin se trouvent en page 52.

gure 3.15

ergie électrique – Variations de la consommation et du coût



X = coût moyen (cents par kilowatt-heure) de chaque compte d'électricité
□ = nombre total de kilowatts-heures consommés par compte d'électricité (deux mois)

gure 3.16 a)

bleau des pointes quotidiennes en été d'une ntrale électrique type de l'Ontario

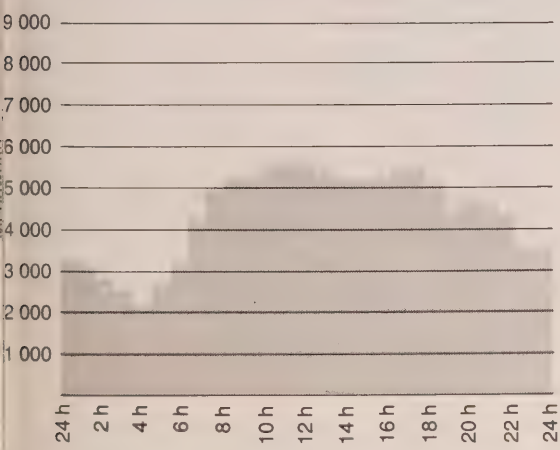
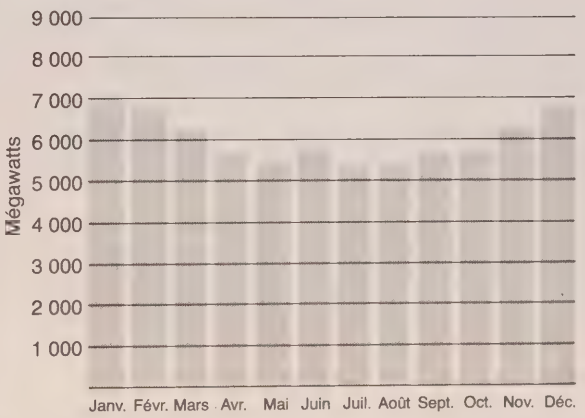


Figure 3.16 b)

Charge maximale horaire, selon le mois, d'une centrale électrique type de l'Ontario



oduction d'électricité – L'offre peut-elle égaler demande?

nergie électrique est une source bien particulière, en ce ns qu'il faut l'utiliser à l'instant où elle est produite. On ne peut stocker. Cette caractéristique crée de nombreux problèmes x fournisseurs. Ils doivent être capables de produire de nergie électrique en fonction d'une demande qui varie.

ause du rôle même que joue l'électricité dans notre vie, nos mandes ne sont pas constantes et font des pointes à certains ments de la journée, du mois ou de l'année.

nsidérez, par exemple, la production totale d'une centrale ctrique type dans un climat généralement froid comme celui l'Ontario.

1. Étudiez la forme des graphiques des figures 3.16 a) et 3.16 b) et expliquez pourquoi les pointes se produisent à telle heure ou tel mois.

2. De quoi se compose la demande minimale dite de «base»?

3. Comment l'Hydro-Ontario produit-elle l'énergie correspondant à cette demande de base? Comment augmente-t-elle la puissance pour faire face aux demandes de pointe?

4. Réalisez, pour votre maison, des graphiques du même type : dessinez-les pour un jour, une semaine, une année. Expliquez les demandes de base et de pointe sur chaque graphique. Utilisez vos comptes d'électricité pour établir les tendances annuelles. Pour le graphique d'une journée, utilisez le compteur électrique en faisant des relevés toutes les deux heures. Faites attention afin d'obtenir des relevés précis.

Prédiction des modèles de consommation

★1. Par une étude des modes de vie, des modèles d'activité familiale, etc., prévoyez les heures de demande de pointe.

★2. Mettez, si possible, à profit les fins de semaine ou du temps réservé aux travaux spéciaux pour demander aux membres de votre groupe ou de votre classe de lire les compteurs de leur maison à toutes les heures pendant une période donnée. Recueillez leurs résultats. Comparez-les avec vos prévisions de l'exercice précédent.

Les barèmes de tarifs déterminent-ils l'intensité de la consommation?

★Procurez-vous un barème de tarifs auprès de votre fournisseur local d'électricité pour les services généraux (commercial et industriel).

1. Vous remarquerez qu'une prime supplémentaire contre la demande de pointe est facturée aux abonnés de ces services généraux. Comment cette majoration se justifie-t-elle? Comment ces abonnés peuvent-ils minimiser le montant de la prime supplémentaire?

2. Devrait-on avoir recours aux primes supplémentaires dans le secteur domestique (résidentiel)? La majoration des tarifs à certaines heures de la journée influerait-elle sur la consommation d'électricité? Quels sont les moyens dont vous disposez pour répartir différemment votre demande en fonction de l'heure ou du jour?

Les derniers exercices de cette section vont vous apprendre à convertir vos calculs d'énergie (effectués précédemment) en dollars et en cents. Qui dit économie d'énergie dit économie tout court! Pouvez-vous défendre cette affirmation?

Apprendre à évaluer le coût du fonctionnement des appareils

Il est possible d'évaluer le coût de l'énergie consommée par tous les appareils auxquels vous vous êtes intéressé.

Le coût moyen de l'électricité en Ontario pour l'usage domestique varie de deux à trois cents (1977) par kilowatt-heure, selon l'endroit où vous vivez.

On peut obtenir une approximation du coût de fonctionnement d'un appareil en multipliant le nombre de kilowatts-heures par le coût moyen de l'électricité dans votre communauté. Si, par exemple, le coût moyen y est de 2,5¢/kW•h, le coût mensuel approximatif de l'électricité utilisée par une sécheuse consommant 80 kW•h sera : coût = 80 kW•h × 2,5¢/kW•h = 200¢ = $2.

Calcul du coût

★Sélectionnez quelques appareils des sections 2 et 3 parmi ceux pour lesquels vous avez effectué une analyse d'énergie : calculez leur coût mensuel et annuel. Dégagez le coût moyen par kilowatt-heure à partir des résultats des exercices se rapportant à la figure 3.15.

★Sélectionnez les dix appareils qui consomment le plus d'électricité chez vous et calculez leur coût annuel. Calculez le pourcentage du coût total de l'électricité qu'ils représentent. Reportez-vous aux calculs établis en page 25.

★Examinez de près toute la consommation d'électricité qui s'effectue chez vous : calculez-en le coût, soit pièce par pièce, soit par catégorie d'appareils. Le tableau 3.21 donne un exemple des résultats que donne ce genre d'étude, si ce n'est que les articles ne sont pas regroupés dans l'une ou l'autre des catégories mentionnées. Notez la place réservée au chauffe-eau!

Tableau 3.21

Consommation d'énergie électrique domestique et vérification des coûts

Appareil électrique	Consommation d'énergie annuelle (kW•h)*	Coût annuel de la consommation d'énergie**
Appareil de climatisation	1 000	$ 25,00
Couverture chauffante	150	3,75
Ouvre-boîtes	0,3	0,01
Horloge	17	0,43
Sécheuse	1 200	30,00
Cafetière	100	2,50
Lave-vaisselle (avec eau chaude)	350	8,75
Ventilateur (entretoit)	270	6,75
Ventilateur (chaudière)	480	12,00
Tubes fluorescents (3 groupes)	260	6,50
Congélateur (16 pi. cu.)	1 200	30,00
Mélangeur	10	0,25
Broyeur à déchets	30	0,75
Poêle à frire	240	6,00
Sèche-cheveux	15	0,38
Réchaud (2 foyers)	100	2,50
Fer à main	150	3,75
Ampoules	1 870	46,75
Radio (transistors)	20	0,50
Radio électrophone (transistors)	40	1,00
Cuisinière	1 550	38,75
Réfrigérateur (sans givre, 12 pi. cu.)	750	18,75
Machine à coudre	10	0,25
Rasoir	0,6	0,02
Téléviseur (noir et blanc)	400	10,00
Téléviseur (couleurs)	540	13,50
Grille-pain	50	1,25
Aspirateur	45	1,13
Machine à laver (automatique)	100	2,50
Sous-total	10 947,9 kW•h	$273,72
Chauffe-eau	6 000 kW•h	150,00
TOTAL	16 947,9 kW•h	$423,72

*Moyenne
**Coût de l'électricité à 2,5¢ par kilowatt-heure

★Utilisez votre graphique de la figure 3.7 ou regroupez les appareils du tableau 3.21 en fonction du type de conversion (chaleur, lumière, mouvement, etc.). Établissez la part du coût total qui revient à chaque catégorie.

★Énumérez les domaines les plus importants sur lesquels devraient se concentrer les efforts de ceux qui désirent économiser de l'énergie et de l'argent.

Si le coût de l'énergie augmente, les gens vont peut-être essayer d'eux-mêmes de l'économiser. Les exercices de cette section vous ont montré le côté «cher» de l'énergie. Le coût est directement relié à celui de la production et de la distribution de l'énergie. C'est cet aspect de la question ainsi que la réglementation de la consommation d'énergie dans notre société qui font l'objet de la section suivante.

5. Déficit énergétique

Introduction

La production de l'énergie électrique se fait normalement très loin du consommateur, qui en fait ne sait nullement d'où lui parvient cette énergie invisible.

Cette section traite brièvement des problèmes de production et de transport de l'électricité. Nous payons très cher la satisfaction de notre demande, qui entraîne l'épuisement de nos ressources naturelles et la modification de l'environnement.

Les derniers exercices de la section montrent que tous les secteurs de notre société effectuent de grandes demandes d'électricité et que la maîtrise des composantes interreliées du système total est extrêmement difficile à obtenir.

L'Hydro-Ontario regarde vers le futur

TORONTO (CP) – L'Hydro-Ontario aura besoin d'au moins la moitié des besoins totaux d'uranium du Canada vers l'an 2000 pour produire la quantité d'électricité prévue, a-t-il été déclaré, jeudi dernier, devant la Commission royale sur la planification de l'énergie électrique.

Les représentants de l'Hydro ont donné, au cours de la quarantième audience publique de la Commission, des précisions sur la disponibilité et l'approvisionnement prévus des combustibles en Ontario.

John Matthew, directeur des combustibles, a expliqué que les facteurs économiques, écologiques et la sécurité des approvisionnements devraient favoriser l'utilisation de l'uranium plutôt que celle du charbon au cours des 20 prochaines années.

L'Hydro, a-t-il déclaré, prévoit que l'uranium sera plus facile à se procurer que le charbon.

Faire venir le charbon de l'ouest du Canada entraînerait un «terrible handicap économique» a-t-il dit, ajoutant qu'il n'était pas sûr, par ailleurs, à 100% des possibilités d'approvisionnement en charbon par les États-Unis.

Stuart Hunter, spécialiste des ressources en combustible, a expliqué, dans une interview ultérieure, que la plus grande partie de l'uranium qui sera utilisé au cours des 25 prochaines années se trouve en Ontario.

«Nous devrons probablement nous tourner vers d'autres régions du Canada après l'an 2000», a-t-il conclu.

★1. Expliquez brièvement chaque phrase – ou les conclusions que l'on peut tirer – du communiqué de presse précédent, publié le 4 juin 1976.

★2. Quels sont les types de production électrique auxquels il n'est pas fait allusion dans l'article?

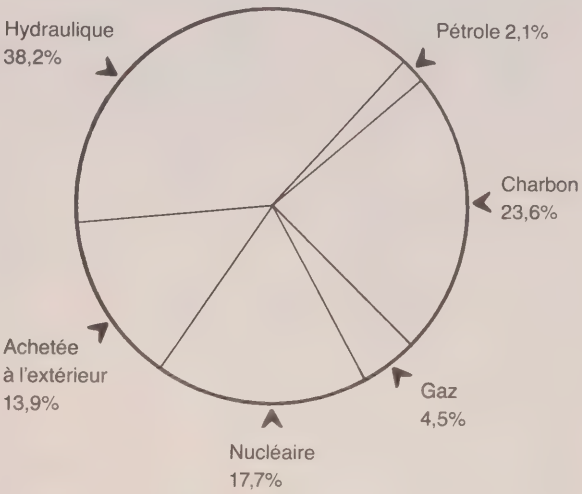
Les quelques exercices suivants examinent rapidement de quelle façon l'électricité est produite en Ontario et dans quelle mesure les méthodes utilisées et les produits secondaires modifient l'environnement.

Production d'électricité

En 1976, l'Hydro-Ontario a produit 30,1% de son électricité dans des centrales thermiques (pétrole, gaz, charbon), 17,7% dans des centrales nucléaires équipées du réacteur CANDU et 38,2% dans des centrales hydrauliques. On appelle «hydro-électricité» l'électricité produite par les chutes d'eau, «énergie thermique» celle qui provient des combustibles fossiles ou des réacteurs nucléaires.

Figure 3.17

Production d'énergie électrique ontarienne 1976*

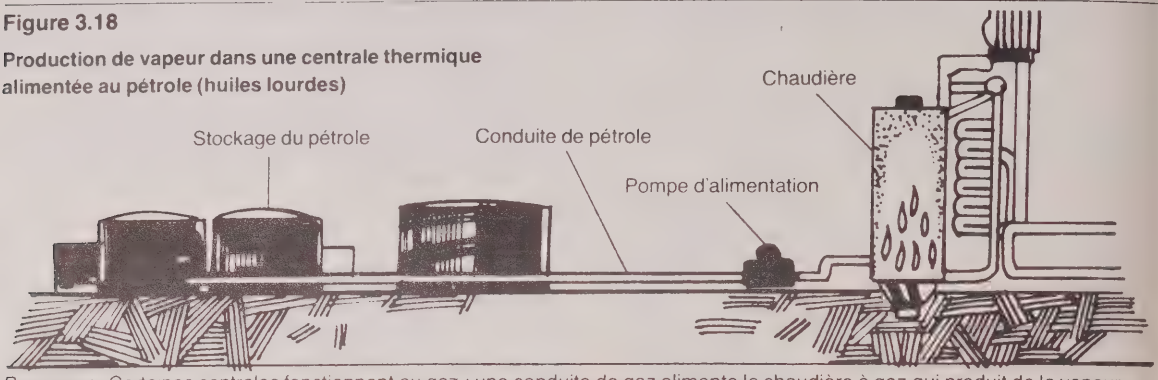


*Chiffres réels, trois premiers trimestres; prévisions, dernier trimestre.

Utilisation de la turbine et de la génératrice à vapeur (figures 3.18 à 3.21)

Figure 3.18

Production de vapeur dans une centrale thermique alimentée au pétrole (huiles lourdes)



Remarque. Certaines centrales fonctionnent au gaz : une conduite de gaz alimente la chaudière à gaz qui produit de la vapeur.

Figure 3.19

Production de vapeur dans une centrale nucléaire

A Bâtiment du réacteur
B Conduites de vapeur reliées aux turbines
C Ballons de vapeur
D Echangeurs de chaleur
E Pompes d'eau lourde
F Réacteur
G Machines de chargement
H Bouclier de palier
I Fenêtre de vidange
J Réservoir de décharge d'eau lourde

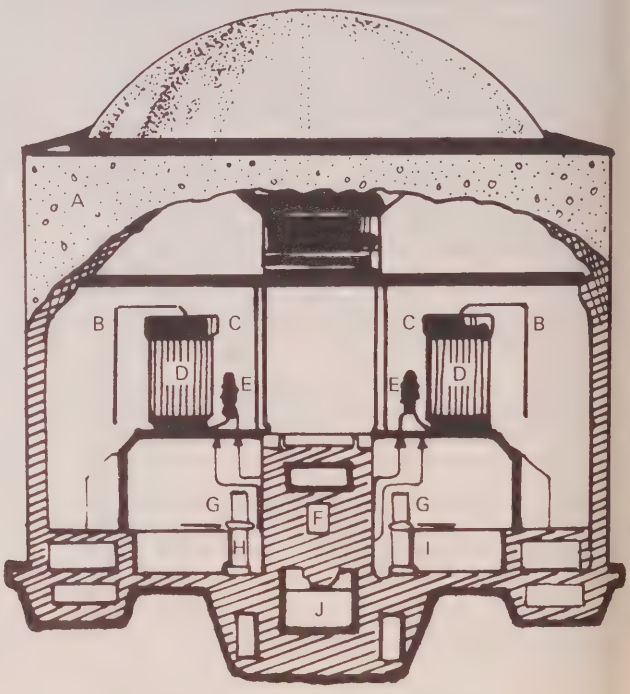


Figure 3.20

Production de vapeur dans une centrale thermique alimentée au charbon

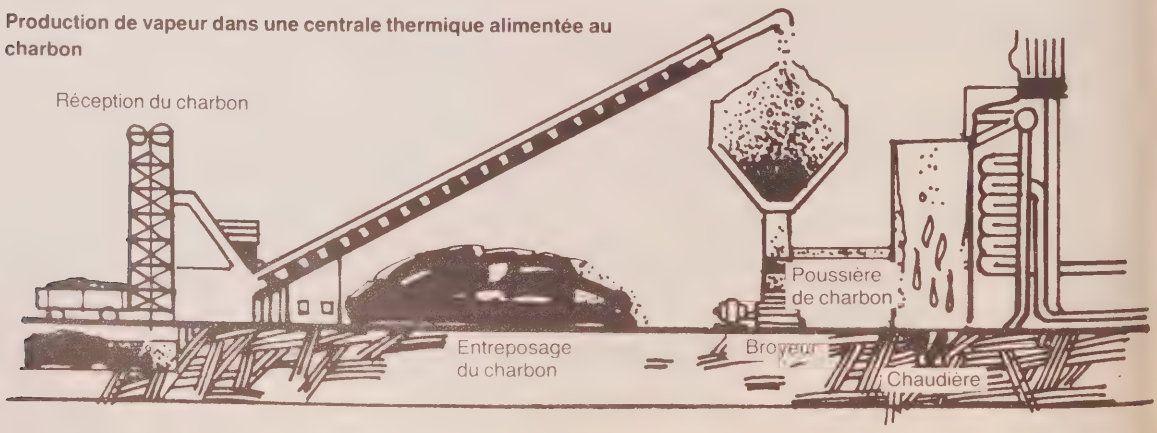
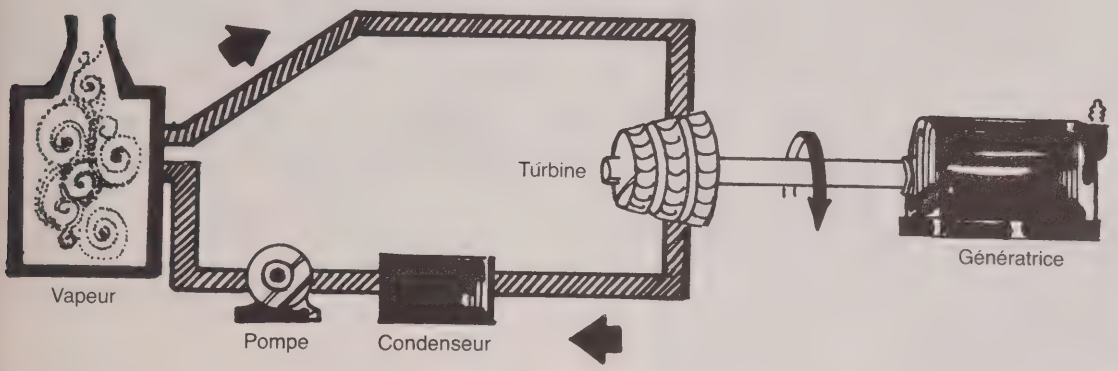


Figure 3.21

Principe de la génératrice à vapeur



En 1976, environ 38% de l'énergie produite par l'Hydro-Ontario était hydraulique. En 1975, ce pourcentage était de 42%.

Expliquez comment l'Hydro-Ontario utilise le cycle hydrologique (cf. figure 3.23) pour produire de l'électricité. Consultez, pour vous aider, la carte de la page 4 qui représente le bassin hydrographique ontarien ainsi que la liste de questions suivantes qui vous aideront à mettre de l'ordre dans vos idées : Dans quelle mesure les ressources hydrauliques sont-elles déjà exploitées grâce à des barrages? Comment le climat influe-t-il sur la production d'électricité? Quelle est la tendance à long terme qui semble se dessiner dans le climat canadien? Quelles en sont les répercussions sur la production d'électricité? Quelles sont les autres demandes dont fait l'objet la portion du cycle hydrologique de l'Ontario? Pourquoi l'Hydro-Ontario ne prévoit-elle pratiquement aucune augmentation de ce type de production?

L'électricité n'est pas seulement produite par la force des eaux courantes. En Ontario, d'ailleurs, ce sont ces autres méthodes de production qui se développent le plus.

À l'aide des figures 3.18 à 3.22, mettez brièvement en relief les étapes ou les conversions principales d'énergie nécessaires à la production d'électricité. Pour chaque méthode de production, citez deux problèmes reliés à l'augmentation de chaque méthode de production.

Figure 3.22

Utilisation de la turbine et de la génératrice hydrauliques

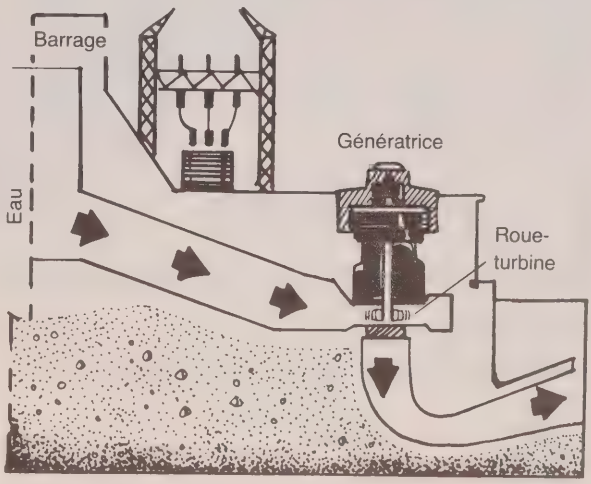


Figure 3.23

Le cycle hydrologique

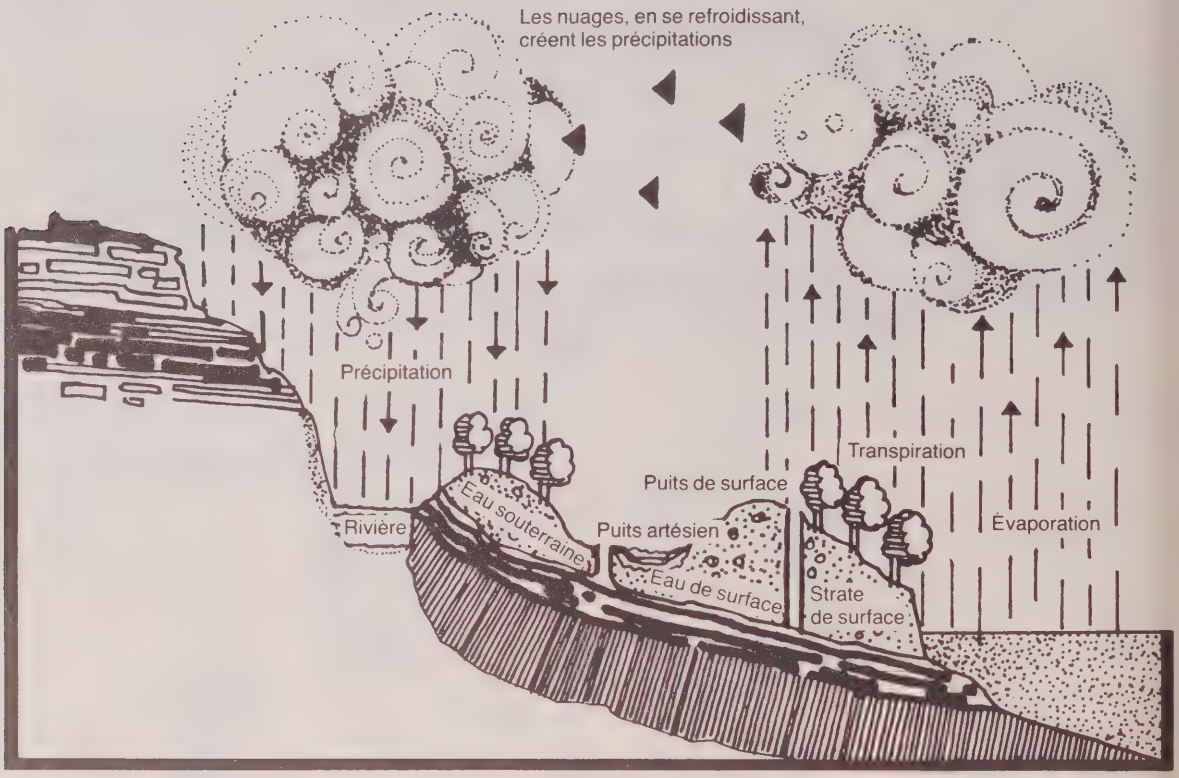


Tableau 3.22

Effets écologiques de la production d'énergie électrique

Source d'énergie	Effets sur la terre	Effets sur l'eau	Effets sur l'air	Effets biologiques	Réserves
Charbon	Terre abimée. Importante quantité de déchets solides. Résidus de mines.	Écoulement des eaux acides des mines. Augmentation de la température de l'eau.	Oxydes de soufre. Oxydes d'azote. Particules.	Problèmes respiratoires entraînés par les polluants atmosphériques.	Importantes réserves.
Pétrole	Déchets sous forme de saumure. Construction de pipelines.	Augmentation de la température de l'eau.	Oxydes d'azote. Oxyde de carbone. Hydrocarbures.	Problèmes respiratoires causés par les polluants atmosphériques.	Réserves intérieures limitées.
Gaz	Construction de gazoducs.	Augmentation de la température de l'eau.	Quelques oxydes d'azote.	Aucun effet connu.	Importantes réserves intérieures.
Uranium	Entreposage des déchets radioactifs. Résidus de mines.	Augmentation de la température de l'eau. Quelques liquides radioactifs.	Légères échappées de gaz radioactifs.	Non décelables en exploitation normale.	Réserves relativement importantes.

Effets écologiques de la production d'électricité

Chaque type de production électrique décrit à la figure 3.24 produit de la «chaleur perdue». Que représente, dans chaque cas, en pourcentage de la production électrique, l'énergie thermique ainsi dégagée? Quelles sont vos conclusions? Qu'entend-on par *pollution thermique*? Comment cette chaleur pourrait-elle être récupérée? Les centrales de l'Ontario utilisent-elles?

À l'aide des tableaux de la section 7, convertissez les quantités de gaz et de pétrole consommées en mégawatts, puis calculez le rendement de la production d'électricité en utilisant les deux méthodes exposées.

Citez quelques-uns des problèmes relatifs à la disponibilité et au coût des combustibles primaires qui se posent à l'Hydro-Ontario. Dans quelle direction, selon vous, la production augmentera-t-elle pour satisfaire nos besoins?

Toutes les méthodes de production utilisent la vapeur pour faire marcher des turbines qui alimentent des génératrices. Approfondissez cette idée, en étayant votre présentation à l'aide de diagrammes.

Discutez des problèmes relatifs aux diverses autres «pertes» (les sous-produits de la production électrique) et de leurs effets.

Si nous avons besoin de plus d'électricité, comment allons-nous la produire? Organisez une discussion de groupe ou de classe en partant des renseignements du tableau 3.22. Étudiez, entre autres, les questions suivantes :

- Désirons-nous maintenir notre niveau de vie, ou sommes-nous prêts à renoncer aux avantages et biens dont nous profitons actuellement?
- Souhaitons-nous continuer de la sorte, en ignorant le coût écologique? Si oui, souhaitons-nous payer le prix ultime?
- Comment pouvons-nous produire l'électricité dont nous avons besoin en puisant le moins possible dans nos ressources minérales et en modifiant au minimum notre environnement?
- Quelles sont les solutions qui peuvent se substituer à la production nucléaire d'énergie?
- Les avantages de la production nucléaire (ou de toute autre méthode de production) en contrebalancent-ils réellement les inconvénients?

Transport de l'énergie jusque chez vous

Même s'il est possible de produire le niveau requis d'électricité, reste à résoudre la question de son acheminement jusque chez vous.

L'Hydro prévoit des années difficiles!

BARRIE (CP) – L'Hydro risque d'éprouver des difficultés de transport au cours des trois ou quatre prochaines années, ont déclaré, mercredi dernier, les autorités de l'Hydro lors d'une audience publique de la Commission royale sur la planification de l'énergie électrique.

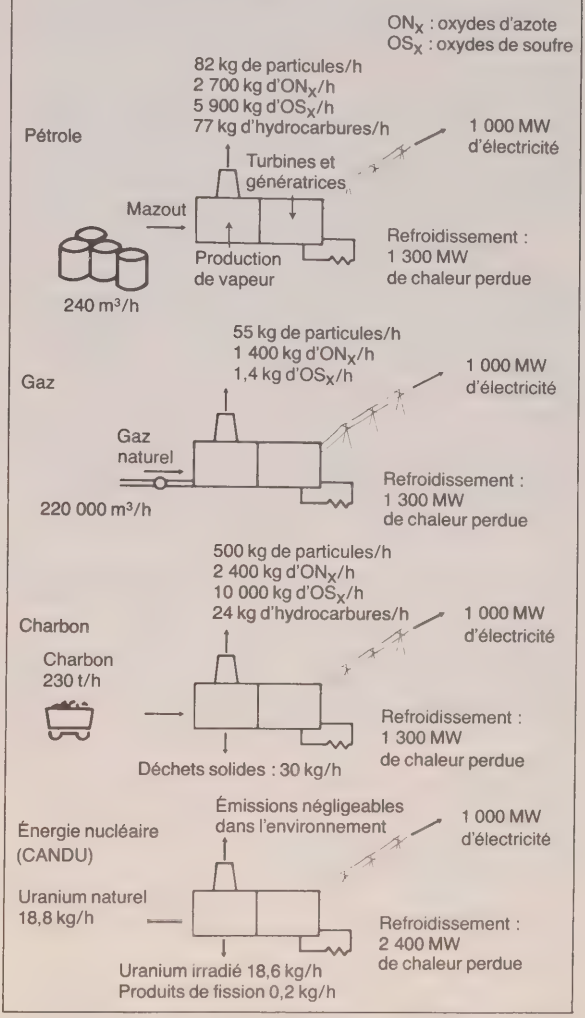
H. P. Smith, directeur de la planification des réseaux, a expliqué que la capacité maximale de transport de l'Hydro serait beaucoup plus sollicitée que sa capacité de production jusqu'au début des années 80.

Paul Dandeno, directeur de la planification analytique, a précisé que les installations de transport étaient à présent utilisées avec des marges de sécurité qui étaient considérées comme inacceptables il y a quelques années à peine.

Figure 3.24

Consommation de combustible et émissions de centrales électriques classiques de 1 000 MW

Source : «The Energy Crisis», AAAS Symposium, Philadelphie, décembre 1971 (texte converti en unités S.I. et adapté)



★ Faites quelques recherches sur les modes de transport et de distribution de l'électricité, en particulier sur les éléments suivants :

1. transformateurs – (principes de fonctionnement, transformateurs abaisseurs de tension, transformateurs élévateurs de tension)
2. lignes de transport – (structure, tensions)
3. lignes de distribution – (tension primaire, tension secondaire, lignes de distribution aériennes ou souterraines)
4. sous-centrales – (transport ou distribution)
5. perte d'énergie en ligne (transport et distribution)

★ Énoncez la nature du problème général auquel est confrontée l'Hydro-Ontario pour satisfaire aux besoins de transport de l'électricité.

La plupart des exercices ont jusqu'à présent porté sur les économies d'électricité à la maison et, parfois, à l'école. Ce secteur de notre société n'est que l'une des composantes d'un système beaucoup plus vaste. Les derniers exercices de cette section vont essayer d'expliciter le rôle que vous pouvez jouer en matière d'économie d'énergie dans les autres secteurs du système.

Utilisation de l'électricité dans les secteurs industriel, commercial et gouvernemental – votre rôle

a) Industrie

★Croyez-le ou non, vous pouvez faire économiser de l'énergie électrique en diminuant votre demande de matériaux dont la fabrication nécessite une grande quantité d'électricité. L'industrie de l'aluminium en est un exemple. Énormément d'énergie est nécessaire pour extraire l'aluminium du minerai.

1. Supposons que le gouvernement impose lourdement les grands consommateurs d'électricité et que ces derniers fassent répercuter l'augmentation sur les consommateurs. Établissez un tableau regroupant les prix et l'augmentation d'impôts en pourcentage pour certains produits en aluminium de grande consommation. À partir de quel point les impôts modifieraient-ils réellement le volume des ventes et l'utilisation de *chaque* produit?

2. Supposons que le gouvernement préfère ordonner à l'industrie d'interrompre la fabrication des produits en aluminium non essentiels. Quels sont les produits qui seraient rangés dans cette catégorie? En quoi cette décision modifierait-elle notre mode de vie?

3. Essayez d'évaluer combien il faut d'énergie électrique pour produire un kilo d'aluminium ou la quantité d'aluminium nécessaire pour fabriquer une boîte de boisson gazeuse.

4. Expliquez comment, par le simple fait de ne pas utiliser de produits en aluminium, on économise de l'énergie. Qu'entend-on par «boycottage»? L'Ontario a-t-il réglementé l'utilisation des contenants non consignés?

b) Commerce

★1. En vous reportant au tableau 3.23, comparez les changements réels des frais du tarif général survenus au cours d'une période de deux ans avec le type de tarification proposée dans les deux premiers articles ci-après.

2. Utilisez les tarifs donnés pour déterminer les frais qu'aurait à payer un magasin s'il utilisait 2 000 000 de kW•h. (Pas de prime supplémentaire de puissance.)

3. Énumérez cinq raisons pour lesquelles les magasins et les bureaux utilisent aujourd'hui presque deux fois plus d'électricité qu'ils ne le faisaient il y a dix ans.

4. Comment le public peut-il avoir une influence sur la consommation d'énergie par les établissements commerciaux?

c) Gouvernement

Lisez les articles suivants.

Propriétaires d'immeubles avertis : Éteignez les lumières ou nous le ferons pour vous (Timbrell)

TORONTO (CP) – Les propriétaires et les gérants d'immeubles commerciaux en Ontario qui continuent à gaspiller de l'électricité risquent de bientôt devoir faire face à des mesures gouvernementales, a déclaré mardi dernier le ministre de l'Énergie, Dennis Timbrell.

Dans un discours adressé aux membres de l'Association des propriétaires et gérants d'immeubles, M. Timbrell a expliqué qu'il en avait assez d'avoir à répondre à des lettres de plaintes écrites par des personnes scandalisées de voir les tours à bureaux rester éclairées toutes les nuits.

«Chaque soir, lorsque je regarde par la fenêtre de mon bureau, je vois les tours des grandes banques allumées à tous les étages.»

«La plus grande n'est qu'à moitié louée, mais ses 70 étages sont tous illuminés», a-t-il précisé.

Si l'éclairage est considéré comme une forme de publicité, c'est «une façon bien peu civique de promouvoir la location des espaces à bureaux, étant donné notre grand besoin d'économie d'énergie», a-t-il poursuivi.

Tableau 3.23

Tarif général 1974

Frais mensuels d'énergie		
1re tranche	50 kW•h	@ 6,0 ¢ par kilowatt-heure
2e tranche	200 kW•h	@ 3,3 ¢ par kilowatt-heure
3e tranche	9 750 kW•h	@ 1,93 ¢ par kilowatt-heure
4e tranche	2 140 000 kW•h	@ 0,78 ¢ par kilowatt-heure
Kilowatts-heures en plus		@ 0,42 ¢ par kilowatt-heure
Prime de puissance au-dessus de 50 kW		@ $2,80 par kilowatt
Gros consommateur de plus de 5 000 kW		
demande totale		@ $4,35 par kilowatt
toute énergie		@ 0,42¢ par kilowatt
Prime minimale pour service au-dessous de 50 kW•h		@ $3,50 par mois
service au-dessus de 50 kW•h		@ 25,0¢ par kilowatt-heure
pour tous kilowatts calculés à partir de la demande maximale établie durant les onze mois précédents ou du montant du contrat, si ce dernier chiffre est supérieur.		

Tarif général 1976

Frais mensuels d'énergie		
1re tranche	50 kW•h	@ 6,0 ¢ par kilowatt-heure
2e tranche	200 kW•h	@ 3,6 ¢ par kilowatt-heure
3e tranche	9 750 kW•h	@ 2,35¢ par kilowatt-heure
4e tranche	1 540 000 kW•h	@ 1,2 ¢ par kilowatt-heure
Kilowatts-heures en plus		@ 0,7 ¢ par kilowatt-heure
Prime de puissance au-dessus de 50 kW		@ $2,80 par kilowatt
Gros consommateur de plus de 5 000 kW		
demande totale		@ $4,35 par kilowatt
toute énergie		@ 0,7¢ par kilowatt
Prime minimale pour service au-dessous de 50 kW•h		@ $3,50 par mois
service au-dessus de 50 kW•h		@ 25,0¢ par kilowatt
pour tous kilowatts calculés à partir de la demande maximale établie durant les onze mois précédents ou du montant du contrat, si ce dernier chiffre est supérieur.		

Il a, par ailleurs, balayé l'argument selon lequel les ampoules durent plus longtemps si on évite de les éteindre et de les allumer et qu'il s'en dégage une grande chaleur.

M. Timbrell a également expliqué que la consommation d'électricité du secteur commercial augmente de 11% par an – «un rythme nettement plus rapide que dans les secteurs domestique et industriel».

Il a menacé les propriétaires et gérants qui participent au séminaire d'une journée sur l'économie d'énergie d'une «grosse surprise», au cas où ils ne prendraient pas rapidement les mesures qui s'imposent.

«Ce n'est pas juste une question de mécontentement du public : cela relève des affaires publiques.»

Après avoir précisé qu'une majoration des prix de l'électricité découragerait le gaspillage d'énergie consommée par les bâtiments commerciaux aux heures de pointe, il a conclu en affirmant que «si les choses se compliquaient, le gouvernement pourrait envisager de contrôler la répartition de l'énergie électrique.»

L'Ontario ne peut pulvériser les ampoules fédérales

Les responsables de l'énergie en Ontario, irrités par les bâtiments fédéraux brillamment éclairés, doivent se contenter pour le moment de critiques purement verbales.

Ils prévoient cependant pouvoir bientôt disposer de moyens plus constructifs pour contrôler l'utilisation de l'énergie.

«Il n'y a rien que nous puissions faire au sujet du gouvernement fédéral qui laisse brûler la lumière», a dit Ted Ball, sous-directeur auprès du ministre de l'Énergie, Dennis Timbrell.

Un projet de loi ontarien permet au gouvernement de répartir le gaz, en cas de crise, en fonction des priorités stipulées; si l'électricité devient une denrée rare, il se pourrait qu'elle soit elle aussi soumise à ce même type de loi, a-t-il poursuivi.

Cette décision ne surviendrait qu'après une période au cours de laquelle les tarifs d'électricité auraient été augmentés afin de décourager tout excès, étape que l'on prépare dès maintenant.

M. Timbrell a précisé aux propriétaires et gérants d'immeubles de Toronto, mardi dernier, qu'il leur faudrait se joindre au combat que livre le gouvernement au gaspillage de l'énergie ou faire face à de nouvelles mesures gouvernementales très strictes.

M. Ball a indiqué que les mêmes explications avaient été communiquées aux ministères gouvernementaux de l'Ontario.

Quels sont les avantages et les inconvénients de laisser les mières allumées?

Comment un gouvernement provincial peut-il réglementer utilisation de l'énergie par les consommateurs des secteurs dustriel, commercial, fédéral et par ses propres ministères?

Comment le gouvernement fédéral et quelques industries nt-ils répliqué à ces «accusations»? Recueillez des articles arus à ce sujet dans le *Globe and Mail* de la semaine qui a ivi la parution des deux articles précédents.

Notre société réclame de l'énergie

Environ un quart de toute l'énergie est consacrée à la production d'énergie électrique.

Épuisement –
Manque de pétrole prévu

TORONTO (CP) – La Commission royale sur la planification de l'énergie électrique a été informée lundi que les réserves de pétrole canadien ne seraient pas suffisantes pour satisfaire à la demande intérieure au cours de cette décennie et que l'écart ne ferait qu'augmenter.

Le ministre ontarien de l'Énergie a présenté un mémoire fondé sur le rapport de l'Office national de l'énergie et sur un rapport du gouvernement fédéral sur la stratégie de l'énergie.

La Commission a été constituée l'an dernier par la province pour examiner la planification du système d'énergie électrique pour la période allant de 1983 à 1993 et au-delà.

Le mémoire précisait que la production de gaz naturel serait insuffisante pour répondre à la fois aux besoins intérieurs et à ceux d'exportation et que la production des zones établies ne satisferait plus la demande intérieure vers la fin des années 80.

Le charbon de l'ouest du Canada sera considérablement plus cher que les approvisionnements actuels en provenance des États-Unis, et la production des réserves actuelles d'uranium ne sera pas suffisante pour combler les besoins intérieurs et d'exportation vers la fin des années 80 et les besoins intérieurs vers le début des années 90, concluait le mémoire.

★1. Qui siège et a siégé à la Commission royale? Quel est et a été son rôle?

2. L'Office national de l'énergie et le gouvernement fédéral ont tous deux produit des rapports sur la stratégie en matière d'énergie. Essayez de vous en procurer un exemplaire.

3. À quels types (quatre) de combustibles utilisés pour la production de l'énergie électrique fait-on allusion ci-dessus et quel est le problème fondamental que pose chacun?

Besoin d'une politique énergétique – l'Hydro accroît le désastre

CAMBRIDGE, Ont. (CP) – Jack Shurie a déclaré aujourd'hui que la récente proposition de l'Hydro-Ontario de majorer les tarifs énergétiques de plus de 33% pour la consommation en gros, la prochaine année, démontre en partie le manque catastrophique de politique globale de l'énergie au Canada.

M. Shurie, vice-président de l'Association des principaux consommateurs d'énergie de l'Ontario, a déclaré au club Kiwanis que le Canada semblait «s'éloigner de plus en plus d'une politique énergétique nationale globale qui soit cohérente».

«Les attitudes traditionnelles ne sont plus du tout valables . . . et nous essayons de persuader l'Hydro-Ontario que l'époque des bons vieux jours est révolue, celle où il semblait que les réserves d'énergie électrique à bas prix étaient inépuisables.»

Irréaliste
M. Shurie, vice-président de l'*Exolon Co. of Thorold* (Ontario), a déclaré que les tarifs proposés étaient irréalistes et a cité, pour appuyer ses propos, le cas d'une grande compagnie de pâte et papier, dont il n'a cependant pas précisé le nom.

Le compte annuel d'énergie de cette compagnie était jusqu'à présent d'environ 6,5 millions de dollars, somme qui passerait à 10,5 millions de dollars si l'augmentation du tarif énergétique de consommation «en gros» était approuvée.

«Cette augmentation se traduirait par un accroissement des prix de $5 par rouleau d'une tonne de papier journal et de $2 par tonne de pâte.»

★ 1. Qu'est-ce qu'un tarif énergétique de consommation «en gros»?

★ 2. Qui devrait participer et qui participe en fait à la formulation de la politique énergétique globale du Canada?

★ 3. Qui devrait être représenté à l'Association des principaux consommateurs d'énergie? Faites une enquête pour voir qui y est réellement représenté.

★ 4. Pourquoi, selon M. Shurie, le Canada s'éloigne-t-il de plus en plus d'une politique nationale globale cohérente de l'énergie?

★ 5. Qu'entend-on par les «attitudes traditionnelles ne sont plus du tout valables... »?

★ 6. Quelles sont ces attitudes de l'Hydro-Ontario qui sont dépassées?

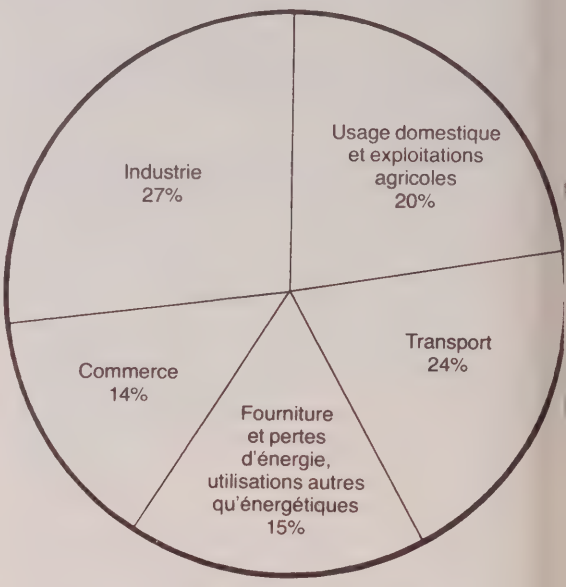
★ 7. Sur qui fait-on généralement répercuter les augmentations de coût?

★ Après avoir lu les deux articles ci-dessus et répondu aux questions, mettez au point quelques exemples illustrant :

1. de quelle façon les augmentations du coût de la production de l'énergie électrique se répercutent sur votre famille dans les cinq secteurs de la figure 3.25;

2. de quelle façon la demande dans les cinq secteurs peut varier en fonction des décisions que prend votre famille. Les mesures d'économie d'énergie adoptées chez vous (ou à l'école) ont une influence indirecte sur les autres secteurs car les flux d'énergie sont interreliés.

Figure 3.25



Classification des consommateurs d'énergie électrique et pourcentage approximatif de consommation en 1975.

Comme vous pouvez le voir, la production, le transport et la consommation d'énergie électrique dans notre société présentent de nombreux problèmes et n'ont reçu que peu de solutions. C'est bien d'en être conscient; c'est tout autre chose cependant d'essayer de les régler!

Les nombreux exercices que vous avez faits vous ont montré dans quel sens modifier vos décisions quotidiennes afin de devenir un «économiseur». La liste des changements que vous pouvez apporter ne s'arrête pas là : d'autres mesures font l'objet de la section suivante.

6. Plan d'action

Introduction

Les quinze exercices de cette section suggèrent quelques idées aux élèves qui désirent «passer à l'action» après avoir effectué les exercices des autres sections. La bataille aura été gagnée s'ils changent d'attitude à l'égard de l'énergie électrique et du rythme auquel nous transformons nos ressources naturelles pour la produire.

Notre plus belle récompense serait de constater qu'à la suite de l'étude un certain nombre de foyers à travers la province ont modifié leurs décisions habituelles pour adopter un mode d'utilisation de l'électricité plus prudent qu'auparavant.

Moyens d'action

Chez vous

1. À partir de l'analyse d'énergie électrique que vous avez réalisée pour votre maison, trouvez un moyen réaliste de diminuer votre rythme de conversion de 10%. Vos décisions doivent être faciles à appliquer, sinon elles en resteront au stade des voeux pieux! Discutez de vos idées avec votre famille et APPLIQUEZ vos décisions.

En classe

2. Avec votre groupe ou votre classe, mettez au point un texte concis (une page au maximum!) expliquant pourquoi votre famille et d'autres en Ontario devraient ou ne devraient pas prendre de mesures d'économie d'énergie, électrique ou autre. Raffinez la liste des raisons que vous avez amorcée à la section 1 afin d'expliquer pourquoi un taux de croissance de la consommation d'énergie de 7% nous mènerait à la catastrophe.

3. Si la conclusion de votre texte est : «oui, nous devrions économiser l'électricité», dressez une liste des moyens les plus efficaces et réalistes de le faire chez vous, à l'école et dans la communauté (une page au maximum dans chaque cas!).

4. Faites des présentations originales – collages, panneaux muraux, mobiles et chansons – sur le thème de la crise de l'énergie.

5. Procurez-vous des renseignements dans les journaux et les magazines récents ayant trait à la crise de l'énergie et utilisez-les dans une étude collective ou un débat; montez un jeu de rôles sur le thème «Crise de l'énergie : réalité ou fiction?».

6. Composez de courtes histoires ou pièces traitant des résultats possibles d'une panne d'énergie ou des efforts d'économie d'énergie.

À l'école

7. Établissez plusieurs affiches d'économie d'énergie et placez-les dans des endroits bien en vue à l'école. Insistez-y sur la nécessité d'éteindre les lampes dont on n'a pas besoin, de fermer les portes et les fenêtres, de baisser les thermostats ou d'acheter des appareils parfaitement adaptés au type de travail que l'on entreprend.

8. Arrangez-vous pour rencontrer les administrateurs de l'école afin de trouver et de mettre au point des moyens d'économiser de l'énergie dans l'école. Pourriez-vous parvenir ainsi à des économies de 10%?

9. Écrivez des articles et des poèmes ayant trait à l'énergie et faites-les paraître dans le journal de l'école.

Dans le voisinage

★ 10. Établissez une liste de suggestions qui permettraient de diminuer la consommation d'énergie dans les foyers. Avec votre groupe ou votre classe, raffinez cette liste et produisez des copies que vous distribuerez aux maisons de votre voisinage. Reportez-vous aux trois premiers exercices de la présente section. Incluez-y les raisons pour lesquelles nous devrions faire des économies d'énergie.

★ 11. Faites une enquête auprès des entreprises et commerces du voisinage afin d'établir la liste des mesures en matière d'économie qui y sont appliquées. Ont-ils baissé les thermostats et les chauffe-eau? Éteignent-ils les lampes inutiles et ont-ils cessé d'utiliser les enseignes lumineuses extérieures, etc.? Suggérez-leur les idées que vous avez mises au point dans les deuxième et troisième exercices de cette série.

★ 12. Demandez la permission aux responsables de l'école de prendre contact avec la radio ou le poste de télévision local pour organiser des discussions et des entretiens animés par les élèves sur la façon dont les habitants de la région pourraient faire des économies d'énergie.

★ 13. Mettez sur pied un modèle de cadrans de compteur électrique et faites le tour de la communauté en expliquant aux familles comment lire le compteur. Réalisez un tableau d'inscription des données énergétiques allant avec la présentation, dont vous laisserez des exemplaires aux propriétaires des maisons. Laissez-leur aussi des exemplaires de vos recommandations sur la façon de faire des économies d'énergie électrique.

Économie d'énergie, attitudes et valeurs personnelles

★ 14. Votre analyse de l'énergie électrique vous a donné une bonne idée des raisons pour lesquelles vous utilisez l'électricité et de la façon dont vous la consommez. En d'autres termes, cette analyse vous a permis de brosser un tableau de votre «mode de vie électrique» et de celui de votre collectivité. Quelles sont les attitudes et valeurs associées à chacun des principaux domaines de consommation? Discutez-en avec votre groupe ou classe. Quels changements de base faudrait-il entreprendre par rapport à ces attitudes et valeurs pour pouvoir nous orienter vers une société d'économie plutôt que vers une société de consommation?

★ 15. Essayez d'organiser une discussion avec un représentant de votre fournisseur d'électricité local ou de l'Hydro-Ontario quant aux décisions que prendrait une société d'économie en matière d'énergie électrique. Peut-être pourriez-vous même attirer l'attention des organes d'information (journaux, radio, télévision, etc.) sur cette discussion ou organiser un échange pour attirer l'attention du public sur les avantages d'une société d'économie.

Dans chacun des exercices présentés, vous allez dépenser de l'énergie afin d'essayer d'en économiser. Investissez-la sagement. N'oubliez pas que l'électricité est seulement l'un des nombreux types d'énergie : nous pouvons utiliser avec profit les idées que nous a inspirées son mode d'utilisation à d'autres sources et formes d'énergie.

7. Informations d'appui

Tableaux de données et d'unités

1. Préfixes métriques usuels

Le tableau suivant indique les préfixes métriques usuels dont on se sert pour former les multiples et sous-multiples des unités métriques.

Figure 3.26

Tableau des préfixes métriques usuels

Préfixe	Symbole	Valeur et signification		Exemple
méga	**M**	1 000 000	million	***Mg** pour mégagramme
kilo	**k**	1 000	mille	**km** pour kilomètre
†hecto	**h**	100	cent	**ha** pour hectare
†déca	**da**	10	dix	**dal** pour décalitre
†déci	**d**	0,1	un dixième de	**dm** pour décimètre
†centi	**c**	0,01	un centième de	**cm** pour centimètre
milli	**m**	0,001	un millième de	**ml** pour millilitre

*1 Mg (mégagramme) = 1 000 000 g = 1 000 kg = 1 t (tonne ou tonne métrique)

† En règle générale, ces préfixes ne sont utilisés que dans hectare, décalitre, décimètre et centimètre.

Les préfixes les plus usuels sont

kilo, **centi**, **milli** > **mètre**

kilo, **milli** > **litre**

kilo, **milli** > **gramme**

Le système métrique permet, entre autres, de pouvoir utiliser un ensemble usuel de préfixes avec les «mots troncs» pour former des unités plus grandes ou plus petites. Kilo (k) signifie «1 000 fois»; ainsi kilomètre signifie 1 000 mètres, kilolitre signifie 1 000 litres, kilogramme signifie 1 000 grammes, kilowatt signifie 1 000 watts, etc. Nous ne savons peut-être pas ce qu'est un pascal, par contre nous pouvons définir le kilopascal : 1 000 pascals.

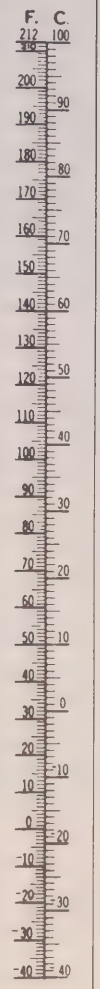
Nous pouvons donc former toutes les unités en combinant les préfixes avec tous les «mots troncs».

2. Éventail de températures

Figure 3.27

Éventail de températures

500° C	l'alcool méthylique s'enflamme	430°C
	le zinc fond	419°C
400° C	le mercure bout	357°C
	le plomb fond	327°C
300° C	le bois s'enflamme	250°C
	four chaud	210°C
200° C	le papier s'enflamme	185°C
	four moyen	180°C
	four doux	150°C
	température la plus haute sur la Lune	117°C
100° C	l'eau bout	100°C
	l'alcool bout	78°C
	température du corps des oiseaux chanteurs	50°C
	température du corps humain	37°C
0° C	l'eau gèle	0°C
	le mercure gèle	−39°C
	température la plus basse enregistrée (Antarctique, 1960-08-24)	−88°C
−100° C	l'alcool gèle	−118°C
	température la plus basse sur la Lune	−163°C
−200° C	l'oxygène gèle	−218°C
	zéro absolu	−273,15°C



3. Énergie

1 W•s (watt•seconde) = 1 J (joule)

1 kW•s = 1 000 J = 1 kJ (kilojoule)

1 kW•h (kilowatt-heure) = 3 600 000 J = 3,6 MJ (mégajoules)

1 000 BTU = 0,293 kW•h = 1 055 kJ = 1,055 MJ

1 GJ = 1 000 000 000 J = 1 000 MJ

4. Puissance

1 W (watt) = 1 J/s (joule par seconde)

1 kW (kilowatt) = 1 000 J/s

1 MW (mégawatt) = 1 000 000 J/s

1 GW (gigawatt) = 1 000 000 000 J/s

1 CV (cheval vapeur) = 746 W = 0,746 kW

1 BTU/h (British thermal unit par heure) = 0,293 W

1 000 BTU/h = 0,293 kW

5. Tableau spécial de conversion

1 gallon impérial de mazout nº 2 = 168 000 BTU = 177 MJ, en supposant un rendement de conversion de 100%.

1 gallon impérial de mazout nº 2 = 109 200 BTU = 115 MJ, en supposant un rendement de conversion de 65% (chaudière à mazout moyenne).

1 pied cube de gaz naturel = 1 050 BTU = 1,108 MJ, en supposant un rendement de conversion de 100%.

1 pied cube de gaz naturel = 0,776 MJ, en supposant un rendement de conversion de 70% (chaudière à gaz moyenne).

1 kW•h d'électricité = 3 412 BTU = 3,6 MJ, en supposant un rendement de conversion de 100%.

1 kW•h d'électricité = 1,224 MJ, en supposant un rendement de conversion de 34% (rendement moyen ontarien de l'électricité, en pourcentage, si l'on tient compte de la production et du transport).

6. Estimation démographique 1960-2000 (intervalles de cinq ans)

Tableau 3.24

Estimation démographique

Année	Canada [1] (en milliers)	Ontario (en milliers)	Toronto	Votre municipalité	La ville la plus proche de chez vous
1950	14 000	4 598 [2]	1 117 470 [4]		
1955	16 000	5 405	1 358 028		
1960	18 238	6 236	1 619 000		
1965	19 000	6 961	1 882 000		
1970	21 568	7 703	2 086 000		
1975	23 086	8 331 [3]	2 887 000 [5]		
1980	25 311	9 027	3 127 000		
1985	27 810	9 747	3 340 000		
1990	30 177	10 433	3 530 000		
1995	32 347	11 055	3 699 000		
2000	34 611	11 629	3 852 000		

Sources :

(1) Douglas Paul, Denny Peirce et Kenneth Stief, *Energy and the Conservation Laws* (Toronto, Holt, Rinehart and Winston, 1974), p. 72.

(2) (1950-1970) Statistique Canada, catalogue nº 91-201, (Ottawa, Statistique Canada, 1976).

(3) (1975-2000) Statistique Canada, catalogue nº 91-514, *Projections démographiques pour le Canada et les provinces, 1972-2001* (Ottawa, Statistique Canada, 1974).

(4) (1950-1970) Statistique Canada, catalogue nº 92-702, *Tableaux chronologiques* (Ottawa, Statistique Canada, 1971).

(5) (1975-2000) Publication B-75-10, *Discussion paper prepared by the Demographic Research Group of the Office of the Ministry of State for Urban Affairs* (Ottawa, ministère d'État chargé des Affaires urbaines, 1976).

7. Calcul des esclaves énergétiques

En supposant qu'un homme fort puisse travailler au rythme de 100 W pendant 8 heures d'affilée,

1 puissance d'esclave = 100 W
= 2,88 × 10^6 J/j (8 h seulement)
= 1,05 GJ/a (journée de 8h pendant 365 j!)

Il faut trois esclaves de ce type travaillant 8 heures d'affilée chacun pour obtenir le même rythme de travail sans interruption. Soit :

1 esclave travaillant sans interruption = 100W
= 8,64 × 10^6 J/j
= 3,15 GJ/a

En 1974, *chaque* Canadien utilisait en moyenne 400 GJ environ au cours de l'année, soit 127 *esclaves travaillant continuellement* ou 381 esclaves environ travaillant 8 heures par jour!

ilossaire

mpère (A). Unité d'intensité des courants électriques.

aisse de potentiel. Phénomène survenant à la suite d'une dé- illance du réseau, incapable de maintenir la tension au cours une période de pointe.

ANDU. Réacteurs nucléaires mis au point au Canada. Le nom ent de *CANada Deuterium Uranium,* ce qui indique que le lentisseur utilisé est le deutérium ou l'eau lourde et que le mbustible est l'uranium naturel. Des tubes sous pression ntenant le combustible et le fluide de refroidissement ntourent l'enceinte du réacteur.

apacité nette de production. Capacité disponible après que ute quantité d'énergie utilisée ou dispersée au cours de la oduction a été soustraite.

entrale électrique. Centre de production d'énergie électrique.

entrale hydraulique. Centrale d'énergie électrique où des utes d'eau font tourner des turbines, qui à leur tour alimentent s génératrices électriques.

E.O. Commission de l'énergie de l'Ontario.

aleur perdue. Chaleur non utilisable résultant de restrictions ermodynamiques (rendement imparfait).

harge. Puissance délivrée à une machine. Également, quan- é de puissance ou d'énergie consommée par les utilisateurs.

harge de pointe. Puissance maximale consommée ou pro- iite dans une période de temps quelle qu'elle soit, par exem- e dans une journée. Se mesure en puissance instantanée ou puissance moyenne au cours d'un certain intervalle, par emple 20 minutes.

harge maximale. Charge maximale d'un appareil électrique en atière de puissance ou d'énergie.

harge minimale. Capacité de production toujours requise, indé- ndamment des pointes, etc. La charge minimale est produite, quelques exceptions près, par des sources hydrauliques et ucléaires.

harge moyenne. Demande moyenne de puissance électrique. énéralement indiquée en mégawatts (MW) dans le secteur dustriel et en kilowatts (kW) dans le secteur domestique.

heval vapeur (CV). Mesure du rythme auquel s'effectue un avail, il correspond à la quantité de travail requise pour élever 50 livres de un pied en une seconde. L'équivalent métrique est 46 W ou 0,746 kW.

rcuit. Ensemble de conducteurs faisant partie d'une boucle – ois dans le cas d'une distribution triphasée, deux dans le cas une distribution monophasée – à travers lesquels le courant ectrique doit passer.

onsommation par habitant. Consommation répartie, sans dis- nction de catégorie, entre tous les habitants d'une ville, d'une gion ou d'un pays.

oupure de courant. Terme utilisé pour décrire la panne d'un ement du réseau électrique.

ourant alternatif (CA). Courant circulant alternativement dans un ens, puis dans le sens opposé, avec des alternances gulières.

Courant continu (C.C.). Courant qui, dans des conditions normales, ne circule que dans un sens.

Coût de l'energie «en gros». Coût total annuel d'exploitation des installations électriques de l'Hydro. Les coûts de distribution au détail n'en font pas partie.

Cycle. La période requise par une tension ou un courant alternatif pour atteindre un maximum à partir d'une valeur zéro, changer de sens et atteindre un maximum pour une valeur opposée, puis retourner à la valeur zéro. Pour un circuit fonctionnant en 60 Hz (Hertz), cette période est d'un soixantième de seconde.

Demande d'énergie. Demande d'un utilisateur d'énergie électrique auprès d'une entreprise de services publics.

Distribution. Processus utilisé pour transmettre la puissance des postes régionaux aux utilisateurs.

EACL (Énergie Atomique du Canada, Limitée). Société de la Couronne s'occupant de recherche, de mise au point et de démonstration en matière d'énergie nucléaire au Canada.

Élément. L'une des nombreuses parties constituant un réseau d'énergie; par exemple, un groupe électrogène ou une centrale, une ligne de transport, un interrupteur, etc., Également, l'une des nombreuses pièces d'équipement qui constituent l'élément; par exemple, conducteur, isolant, relais, etc.; lorsque l'élément entre dans la composition de circuits électroniques, on l'appelle un composant.

Énergie éolienne. Électricité produite par des génératrices éoliennes.

Énergie nucléaire. Énergie libérée par une réaction nucléaire comme la fission.

Hertz (Hz). Unité de fréquence du courant alternatif, correspondant à un cycle par seconde.

Interruption forcée de service. Mise hors d'état de fonctionner d'un élément principal du réseau à la suite d'une panne quelconque qui nécessite l'isolation électrique de l'élément par rapport au reste du réseau.

Kilovolt (kV). Mille volts; unité de force électromotrice. 1 kV = 1 000 V.

Kilowatt (kW). Mille watts; unité de puissance électrique. 1 kW = 1 000 W.

Kilowatt-heure (kW•h). Unité d'énergie égale au travail produit par un transfert d'énergie d'un kilowatt en une heure.

Lignes de transport. Installations permettant de transporter l'énergie électrique d'une centrale à une autre. Elles peuvent être aériennes ou souterraines.

Mégawatt (MW). Un million de watts ou mille kilowatts. Moyen d'indiquer la puissance électrique de gros moteurs et générateurs.

O.N.E. Office national de l'énergie.

Perte de transmission. Perte du réseau : différence entre l'énergie primaire produite et l'énergie livrée au consommateur.

8. Bibliographie

Pompe à chaleur. Terme de thermodynamique utilisé dans le présent document pour décrire le fonctionnement des réfrigérateurs. Peut être utilisé en sens inverse pour fournir de la chaleur à un système et possède certaines caractéristiques d'économie d'énergie.

Poste de distribution. Groupe d'éléments électriques qui accepte le courant à une tension de sous-transmission et qui le redistribue à une tension plus basse pour qu'il soit utilisé par les artères de rue.

Poste de sectionnement. Poste dont la fonction consiste à interconnecter les lignes de transport par l'intermédiaire d'interrupteurs. Son but est de subdiviser le réseau de transport afin de limiter la quantité perdue d'énergie en cas de dérangement. Cf. Coupure de courant.

Poste de transformation. Endroit dans un réseau de transport où la tension est soit augmentée soit diminuée à l'aide de transformateurs.

Puissance. Rythme auquel s'effectue un travail ou, dans un réseau électrique, rythme auquel l'énergie électrique est fournie.

Puissance électrique. Taux de transformation de l'énergie électrique, exprimé en watts, kilowatts ou mégawatts.

Rejet de chaleur. Terme utilisé pour indiquer la chaleur perdue que libère une centrale thermique, généralement dans l'eau de refroidissement.

Réseau. Terme utilisé pour décrire les centres de production électrique et les lignes de transport qui relient les génératrices et les centres de consommation. On parle de réseau national ou régional lorsque l'interconnexion des divers réseaux est réalisée par le gouvernement du pays ou d'une région.

Réseau de transport principal d'énergie. Les lignes de transport et les postes de sectionnement qui relient entre elles les principales sources de puissance et celles-ci aux principaux centres de charge.

Résistance. Propriété d'un conducteur électrique indiquant la facilité avec laquelle une charge électrique peut y circuler. Plus la résistance est faible, plus il est facile de faire circuler un courant à travers le conducteur.

Stabilité dynamique. Capacité du réseau d'absorber les faibles ou grandes oscillations de puissance sur une période prolongée sans qu'il en résulte de fluctuation de la tension ou de la fréquence.

Tarification. Barème permettant de facturer les clients. Les tarifs actuels sont dégressifs : ils diminuent en fonction de l'importance des achats.

Tension. Nombre de volts caractérisant un circuit.

Transformateur. Appareil permettant de transformer la tension d'un réseau électrique.

Volt (V). Unité de force électromotrice.

Watt (W). Unité de puissance électrique correspondant à la puissance consommée lorsque un ampère passe dans un circuit ayant un potentiel de un volt.

Canada. Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources. *Une stratégie de l'énergie pour le Canada : politique d'autonomie.* Ottawa, Imprimerie et Édition, Approvisionnements et Services Canada, 1976.

_____. Bureau de la conservation de l'énergie. *100 façons d'économiser chez soi énergie et dollars.* Ottawa, Information Canada, 1975.

_____. *L'économiseur.* Ottawa, Information Canada, 1975.

Dunning, R. L. *Energy Conservation Put in Perspective.* Pittsburgh (Pennsylvanie), Westinghouse Electric Corp., [s.d.].

The Environmental Impact of Electrical Power Generation: Nuclear and Fossil. Washington, D.C., Superintendent of Documents, U.S. Government Printing Office, [s.d.].

Hydro-Ontario. *Electricity at Home.* Publication 948-0260:15, révisé, Toronto, Hydro-Ontario, 1975.

_____. *Gifts of Nature.* Toronto, Hydro-Ontario, 1974.

_____. *How You Use the Electricity You Use.* Publication 984-0343:1, Toronto, Hydro-Ontario, 1975.

_____. *Summer Cooling.* Publication 984-0327:0, Toronto, Hydro-Ontario, 1974.

_____. *The Wise Use of Electricity.* Publication 984-0253:5, Toronto, Hydro-Ontario, 1973.

Illuminating Engineering Society. *Levels of Illumination Currently Recommended.* Washington D.C., IES Lighting Handbook, [s.d.].

National Science Teachers' Association. *Energy-Environment Source Book.* 2 vol., Washington, D.C., N.S.T.A., 1975.

Odum, Howard T. *Energy Power and Society.* New York, John Wiley & Sons, 1971.

Parady, W.H. et J.H. Turner. *Electric Energy.* Athens (Georgia), American Association for Vocational Instructional Materials, 1976.

Paul, Douglas, Denny Peirce et Kenneth Stief. *Energy and the Conservation Laws.* Toronto, Holt, Rinehart and Winston, 1974.

«Saving Electricity with Household Appliances». *Journal of Home Economics,* novembre 1975.

Scientific American, vol. 224, nº 3 (septembre 1971).

Thomas Alva Edison Foundation. *Energy Conservation: Experiments You Can Do.* Southfield (Michigan), Thomas Alva Edison Foundation, [s.d.].

Table des matières

Introduction	2
1. L'eau, notre ressource la plus précieuse	2
2. Approche quantitative	17
3. Exercices sur les activités domestiques	20
4. Volume d'eau et énergie – calcul et extrapolations	28
5. Intervention de l'homme dans le cycle hydrologique	36
6. Plan d'action	46
7. Précisions complémentaires	47
8. Bibliographie	48

★ Une étoile placée en marge du texte signale les exercices pour les élèves.

istration de Greg McEvoy, élève de *High School of commerce,* Ottawa, 1977.

Introduction

Près des deux tiers des habitants de la planète ne disposent pas de réserves d'eau potable suffisantes, et ce pourcentage ne cesse d'augmenter. Pourtant, vue d'en haut, la terre, dont les trois quarts de la superficie sont recouverts d'eau, semble bleue! Bien que la plus grande partie de cette eau soit salée, le cycle hydrologique nous assure de l'eau douce par le mécanisme des précipitations.

Quel est donc le problème? Les gens ont-ils tendance à s'installer là où il n'y a *pas* assez d'eau potable?

Les Grands Lacs constituent la plus vaste réserve d'eau douce au monde. Le manque d'eau et les problèmes qui en découlent ne représentent donc aucune menace pour les heureux habitants de l'Ontario : voilà pourquoi l'eau reste notre ressource la plus gaspillée.

Dans ce sens, cette utilisation et ce gaspillage déplorables de l'eau sont bien caractéristiques de notre société pour laquelle jeter et consommer sans retenue font partie intégrante des règles du jeu. Ils s'expliquent peut-être aussi par l'extraordinaire abondance de cet élément – encore plus vital peut-être que la nourriture – dans nos régions, au point que nous n'avons jamais éprouvé le besoin d'en freiner la consommation.

À première vue, il semble qu'il n'y ait aucun lien entre l'économie d'eau et celle de l'énergie; pourtant, si l'on réfléchit un tant soit peu à la question . . .!

Dans cette unité d'étude, nous allons mettre en évidence le rôle que joue l'eau dans notre société. Les exercices proposés vous aideront à comprendre en quoi les mesures d'économie d'eau sont étroitement reliées à celles d'économie d'énergie et en quoi votre maison participe, par l'intermédiaire de l'eau, à une multitude de processus de conversion d'énergie dans notre société.

1. L'eau, notre ressource la plus précieuse

Nous vivons entourés d'eau, à l'état liquide ou de vapeur. C'est à l'eau que nous devons d'exister; notre corps est en grande partie constitué d'eau; nous ne pourrions pas vivre sans eau. Pourtant, que savez-vous exactement sur l'eau? Savez-vous d'où elle vient, où elle va, à quoi elle sert, ou même quel est le volume total d'eau sur terre?

En Ontario, nous avons la chance de disposer de vastes réserves d'eau douce. L'histoire de notre province est d'ailleurs étroitement associée à la présence d'eau : en effet, c'est en empruntant les lacs et les rivières que les premiers explorateurs découvrirent la plus grande partie de notre pays. On peut d'ailleurs retracer l'histoire de l'Ontario en étudiant la façon dont ces étendues d'eau ont été découvertes, exploitées et utilisées pour nous permettre de vivre, de cultiver la terre et de faire marcher nos industries.

C'est en mettant constamment à profit nos vastes réserves d'eau que nous avons pu développer notre économie agricole et industrielle et devenir ainsi l'un des principaux pays exportateurs.

Mais, si nous ne voulons pas un jour manquer d'eau, il va nous falloir, comme pour n'importe quelle autre ressource, éviter les gaspillages et en réglementer l'utilisation.

Utilisation de l'eau

Cela ne pourrait jamais nous arriver!

★ Lisez l'article ci-dessous et répondez aux questions suivantes :

1. Pouvez-vous citer quelques-uns des facteurs qui influent sur l'approvisionnement en eau?

2. Pouvez-vous citer quelques-uns des facteurs qui influent sur les besoins en eau?

3. Pourquoi les gens n'essaient-ils pas d'économiser l'eau, même lorsqu'on leur signale l'importance de l'enjeu?

4. La politique peut-elle contribuer à résoudre le problème?

5. Dans l'article suivant, l'eau joue un rôle primordial : lequel?

Une pénurie d'eau frappe Saint-Jean
Par Bren Walsh

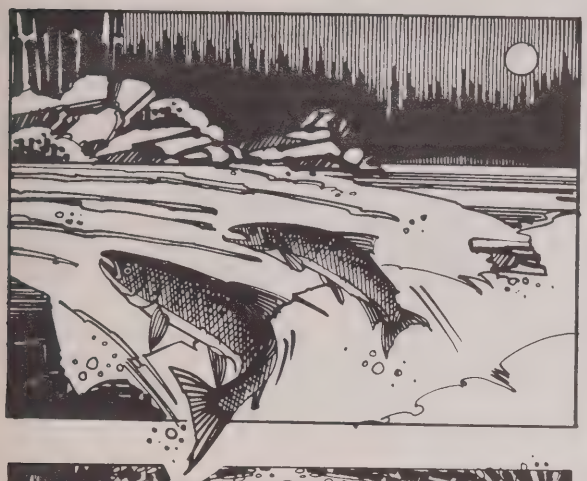
SAINT-JEAN (T.-N.) – Qui aurait pu imaginer, il y a cinq ou six ans à peine, que Saint-Jean manquerait un jour d'eau? Pourtant, cette possibilité risque de devenir une réalité dans une grande partie du secteur ouest de la capitale de Terre-Neuve.

Malgré les cinq lacs qui font partie de la ville et les vingtaines d'autres à proximité, Saint-Jean consomme quotidiennement un volume d'eau supérieur à la capacité de remplissage actuelle de ses réservoirs.

Après avoir connu de faibles précipitations en hiver – chutes de neige inférieures à la moyenne – et par conséquent une fonte des neiges très décevante, Saint-Jean vient de vivre un printemps plus sec que la normale.

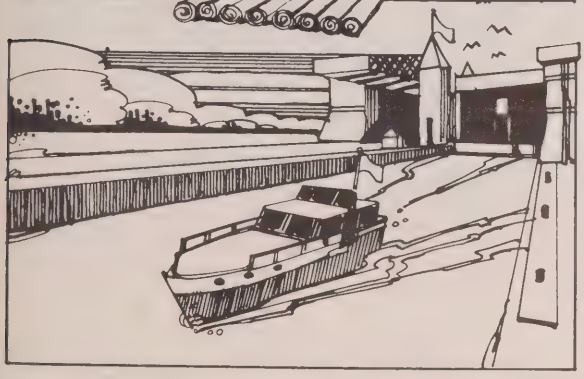
Résultats : le réservoir qui alimente le secteur ouest de la ville – *Petty Harbour Long Pond* – a baissé de près de 50 cm (un pied et demi), et la consommation, malgré les avertissements de l'Hôtel de ville, ne cesse d'augmenter.

1



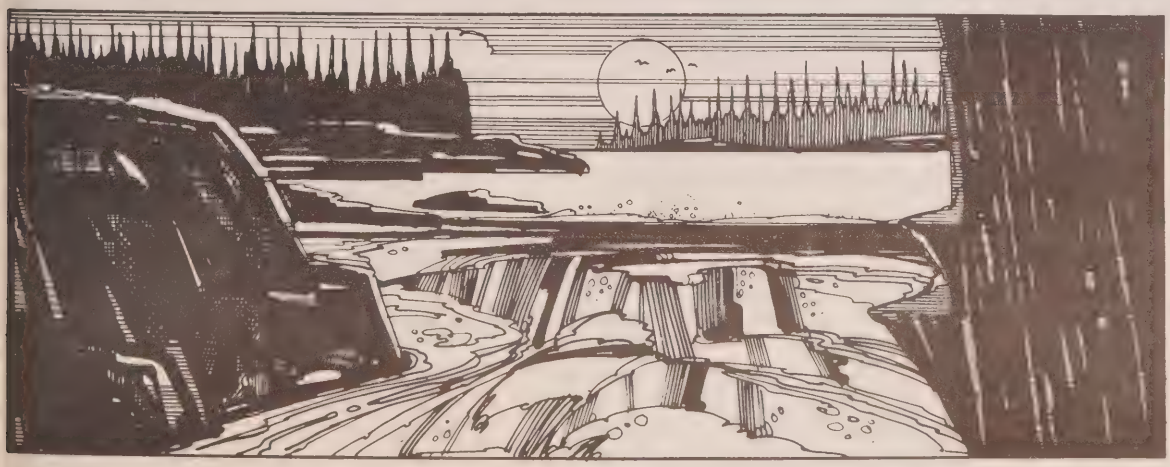
2

3



4

5



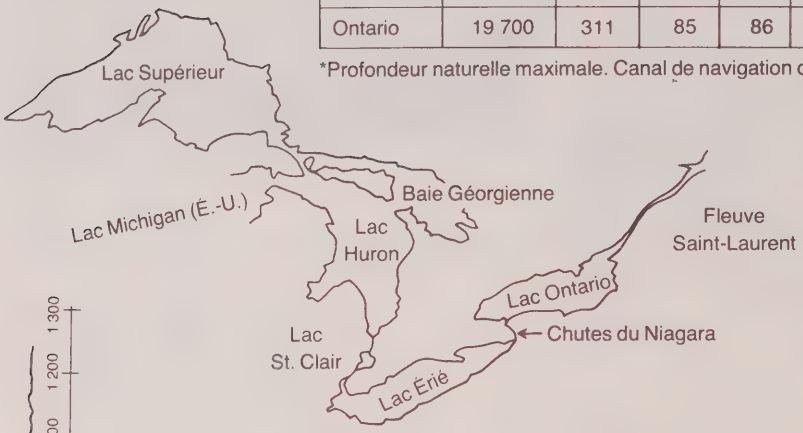
Indiquez le rôle principal de l'eau qu'illustre chaque dessin. Existe-t-il d'autres importantes utilisations de l'eau que le dessinateur aurait oublié d'illustrer?

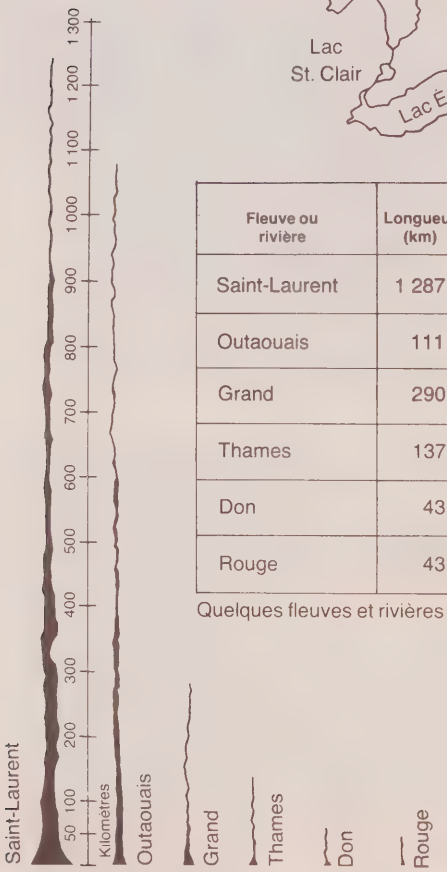
Figure 4.1

Hydrographie de l'Ontario

Lac	Superficie (km²)	Longueur (km)	Largeur (km)	Profondeur Moy. (m)	Profondeur Max. (m)	Émissaire naturel
Supérieur	82 400	616	257	148	406	Rivière Sainte-Marie
Michigan	58 000	517	190	84	281	Lac Huron
Huron	59 600	398	163	59	229	Rivière St. Clair
St. Clair	1 270	42	39	3	*6	Rivière du Détroit
Érié	25 700	388	92	18	64	Fleuve Niagara
Ontario	19 700	311	85	86	244	Fleuve Saint-Laurent

*Profondeur naturelle maximale. Canal de navigation dragué = 8,4 m.

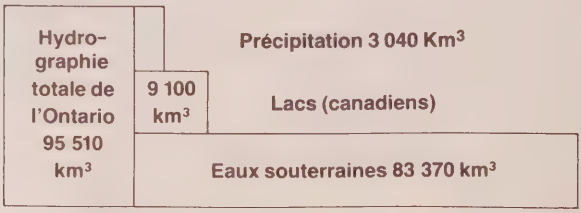




Fleuve ou rivière	Longueur (km)	Zone de drainage (km²)
Saint-Laurent	1 287	1 760 000
Outaouais	111	148 000
Grand	290	2 720
Thames	137	5 830
Don	43	360
Rouge	43	106

Quelques fleuves et rivières de l'Ontario

Précipitations annuelles			
Bassin	Moy. (mm)	Max. (mm)	Min. (mm)
Supérieur	740	910	580
Michigan	790	940	560
Huron	790	990	660
Érié	860	1 090	610
Ontario	860	1 090	710



Mardi, après la baisse de consommation de quatre jours, consécutive à l'exode massif des habitants qui avaient profité de la fête de la journée de Christophe-Colomb, la consommation au réservoir *Petty Harbour Long Pond* a été évaluée à environ 24 000 mètres cubes (5,3 millions de gallons), soit environ 5 900 mètres cubes (1,3 million de gallons) de plus que le débit moyen d'eau du réservoir.

Le conseil municipal a déjà pris des mesures d'urgence, interdisant aux particuliers de laver leur voiture avec l'eau de la ville, aux lave-autos de fonctionner plus de deux jours par semaine et limitant l'arrosage des pelouses à une demi-heure le soir.

Pourtant, même si le niveau continue de baisser, le citoyen moyen ne semble nullement enclin à économiser l'eau; pendant ce temps, la sécheresse se prolonge et le thermomètre enregistre des températures sans précédent.

Le problème n'est que temporaire, car les travaux actuellement en cours devraient permettre d'accroître d'ici guère plus d'un an les réserves d'eau grâce au réservoir *Bay Bulls Big Pond*. Les ingénieurs estiment que la ville n'aura plus, alors, à s'inquiéter du manque d'eau pendant au moins 25 ans.

La difficulté consiste à pallier l'insuffisance des réservoirs actuels (insuffisance causée par l'augmentation de la population au cours des dernières années) jusqu'à ce que le nouveau réservoir entre en service.

La situation est inquiétante, non pas simplement parce que les citoyens peuvent manquer d'eau pour arroser leur pelouse, laver leur voiture ou prendre leur bain quotidien, mais parce que si la période de sécheresse relative se prolonge ou si les habitants du secteur ouest ne prennent pas soudain conscience de la nécessité d'économiser l'eau, une grande partie de la vieille ville risque, d'ici un peu moins d'un mois, de manquer de la pression d'eau nécessaire pour combattre les incendies. Dans la vieille ville de Saint-Jean, où la plupart des maisons sont encore en bois, cette menace est suffisante pour effrayer tout le monde, suffisante en tout cas pour que le conseil municipal se prépare incessamment, bien qu'à contre-coeur, à imposer un rationnement de l'eau.

Bien que peu neigeux, l'hiver a été extrêmement froid et les habitants de Saint-Jean souhaitent ardemment la venue d'un été chaud et ensoleillé. Ce désir est d'autant plus fort que la ville accueillera cet été les Jeux du Canada.

Ayons cependant le courage d'affronter la triste réalité : si la situation actuelle ne s'améliore pas au cours des prochaines semaines, la ville devra, dans le meilleur des cas, imposer un rationnement d'eau impopulaire, tout en courant le risque d'avoir, un jour, à juguler un important incendie avec une pression d'eau insuffisante.

Le dernier grand incendie, qui détruisit une bonne partie de la ville, remonte à 78 ans. Si la pression de l'eau ne se rétablit pas, une simple alerte au feu risque, bientôt, de dégénérer en une catastrophe de cette envergure.

Qu'en pensez-vous?

★ *Exercice de groupe*. Lisez et analysez les trois déclarations suivantes. Reportez-vous à la section sur la droite des valeurs, p. 7de la deuxième partie, «Chauffage», et tracez une droite des valeurs pour chaque déclaration afin de résumer votre point de vue. Dressez une liste des arguments pour ou contre l'économie d'eau.

1. L'Ontario ne manquera jamais d'eau douce. Les Grands Lacs constituent la plus vaste réserve d'eau douce du monde; en outre, il y a en Ontario des milliers de petits lacs, alimentés par d'innombrables cours d'eau. Voir figure 4.1.

2. Les industries et les autres usagers non domestiques consomment tellement d'eau par rapport aux résidences ou aux écoles que les programmes domestiques d'économie d'eau n'ont aucune influence réelle sur la consommation globale.

3. L'énergie consommée pour le traitement et l'acheminement de l'eau à son point d'utilisation est négligeable. Une diminution de consommation d'eau ne réduirait que faiblement celle d'énergie.

Tous les êtres vivants contiennent de l'eau

L'être humain est en grande partie constitué d'eau. En fait, le corps ne pourrait pas vivre sans eau, son principal élément (de 65% à 70%). De nombreux fruits et légumes sont essentiellement constitués d'eau, en particulier la pastèque et le concombre.

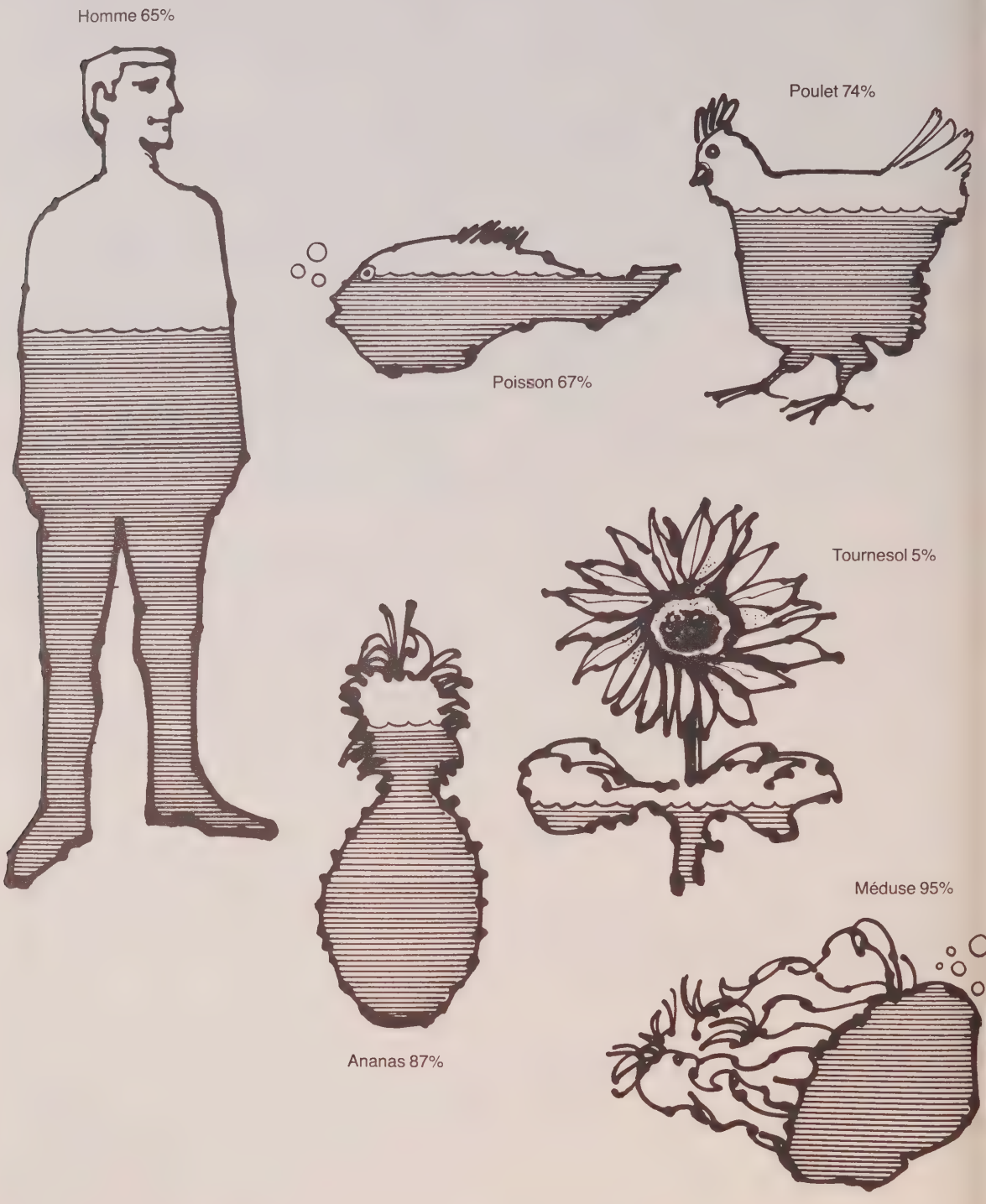
Une grande partie de l'eau du corps se disperse par évaporation à la surface de la peau. Une plus grande quantité encore s'élimine par les diverses glandes qui sécrètent les liquides, empêchent nos yeux d'être secs, maintiennent notre bouche humide et nos narines propres. Cette eau est remplacée par les liquides que nous buvons. Toute consommation excessive de liquide est éliminée et donc gaspillée.

★ Indiquez de quelle façon vous maintenez la quantité d'eau dont a besoin votre organisme. N'oubliez pas de mentionner les trois sources d'eau : eau pure, eau des liquides et eau des solides. Évaluez en pourcentage (%) l'apport de chacune de ces trois catégories, puis vérifiez vos réponses par des recherches en bibliothèque.

★ Inscrivez tout ce que vous mangez et buvez au cours d'une journée, en spécifiant le poids approximatif de chaque élément en grammes. En vous reportant à la figure 4.2 (pourcentage d'eau), essayez de déterminer le pourcentage d'eau contenu dans la masse totale des liquides et aliments ingérés ce jour-là. Quelle quantité d'eau avez-vous consommée (le volume d'un kilo d'eau est d'un litre)? Reportez-vous au tableau 4.3, p. 17, pour vous aider à convertir les unités anglaises en unités métriques.

L'eau que nous buvons n'est généralement pas pure!
L'être humain a besoin chaque jour de consommer environ deux litres d'eau afin que l'organisme puisse accomplir ses diverses fonctions. Une partie de cette eau provient des aliments que nous consommons; le reste, des divers liquides que nous buvons. Le corps humain possède un système d'épuration de l'eau très efficace qui filtre la plupart des impuretés qui se trouvent dans tout ce que nous avalons, et dont seule est exempte l'eau chimiquement pure. La capacité de filtrage de notre organisme est cependant limitée, et ce dernier n'arrive pas toujours à nous protéger contre les micro-organismes à l'origine de nombreuses maladies. Pour cette raison, les réserves d'eau destinées à la consommation ne doivent contenir que de faibles quantités de substances

Figure 4.2


Homme 65%
Poulet 74%
Poisson 67%
Tournesol 5%
Méduse 95%
Ananas 87%

chimiques et de micro-organismes. En outre, l'eau potable doit être d'une transparence qui incite à la boire. Elle doit être incolore, insipide et inodore.

Afin que l'eau potable réponde à ces critères de qualité, la province de l'Ontario a fixé des normes ou des objectifs en matière de concentrations limites de certaines substances dans l'eau potable.

Si l'eau contient les substances suivantes en quantité supérieure aux normes établies, il est dangereux d'en boire.

Tableau 4.1

Substance	*Concentration limite milligrammes par litre (mg/L)*
Arsenic (As)	0,05
Baryum (Ba)	1,0
Cadmium (Cd)	0,01
Chrome ($Cr^{6}+$)	0,05
Cyanure (CN)	0,2
Fluorure (F)	*
Plomb (Pb)	0,05
Sélénium (Se)	0,01
Argent (Ag)	0,05

*Voir section sur le fluorure

Fluorure
Les concentrations de fluorure à l'état naturel dans l'eau potable ne doivent pas dépasser 1,2 mg/L. Si la concentration de fluorure est supérieure à 2,4 mg/L, il ne faut pas la consommer.

En cas de fluoruration de l'eau (adjonction de fluorure dans l'eau potable), on recommande une concentration de fluorure de 1 mg/L, avec une tolérance de 0,2 mg/L.

Les réserves d'eau auxquelles on ajoute ou dont on enlève du fluorure doivent être prélevées fréquemment afin de vérifier si la concentration en fluorure ne dépasse pas les normes fixées.

★ Le tableau suivant vous explique pourquoi on fixe pour certaines substances (liste précédente) des limites de concentration. Pourquoi centaines des substances énumérées ci-contre ne figurent-elles pas dans le tableau 4.2? Pourquoi certaines des substances énumérées ci-dessous ne figurent-elles pas dans le tableau 4.1?

★ Confiez à un élève ou au professeur le soin de se procurer les résultats d'une analyse récente de l'eau consommée dans votre communauté et comparez ces résuitats aux listes ci-contre et ci-dessous. L'eau que vous consommez est-elle fluorisée?

Tableau 4.2

Symbole	Substance	Source	Action
SiO_2	Silice	Argiles, opales	Forme des dépôts de tartre sur les chaudières et les turbines à vapeur; empêche la corrosion des tuyaux.
Fe	Fer	Roches ignées et grès, tuyaux, pompes, réservoirs en fer, etc.	Tache les canalisations et les tuyauteries, le linge et les ustensiles de cuisine; altère le goût et change la couleur de l'eau.
Mn	Manganèse	Sols et sédiments, roches métamorphiques et sédimentaires	Goût désagréable; laisse des dépôts sur les aliments pendant la cuisson; tache la tuyauterie et le linge.
Ca	Calcium	Gypse, calcite, argile, calcaire, roches minérales	Combiné à d'autres minéraux, forme des dépôts de tartre dans les chaudières; empêche le savon de mousser.
Mg	Magnésium	Calcaire, argile, roches minérales	Même effet que le calcium.
Na	Sodium	Argile, sédiments, déchets industriels, roches minérales	Entraîne la formation de dépôts de tartre et de corrosion dans les chaudières; combiné au carbonate de potassium, entraîne le pourrissement du bois.
K	Potassium	Mica, argile, roches minérales	Même effet que le sodium.
HCO_3	Bicarbonate	Calcaire	Combiné à d'autres minéraux, forme des dépôts de tartre dans les tuyaux.
CO_3	Carbonate	Calcaire	Même effet que le bicarbonate.
SO_4	Sulfate	Oxydation de minerais de sulfure, minerais de sulfate, déchets industriels	Forme des dépôts, donne un goût amer, peut être purgatif.
Cl	Chlorure	Roches sédimentaires et ignées, marée remontant dans les estuaires	A un goût salé; peut être dangereux pour l'organisme humain.
F	Fluorure	Roches minérales, spath fluor, mica	Augmente la résistance des dents à la carie, mais en trop grande quantité, abîme et tache l'émail des dents.
NO_3	Nitrate	Atmosphère, légumes, déchets végétaux, excréments d'animaux, engrais azotés, égouts	Goût amer; dangereux consommé en grande quantité, surtout pour les bébés.
$CaCO_3$	Carbonate de calcium	Calcaire	Empêche le savon de mousser; forme un dépôt ou une croûte insoluble dans les machines à laver.

Effectuez l'exercice suivant, mais n'essayez pas de répondre complètement, dès maintenant, à toutes les questions.

★ Versez un litre d'eau dans un récipient et observez! D'où vient réellement cette eau? Comment est-elle parvenue jusqu'à vous? Que lui est-il arrivé en chemin? Combien de litres d'eau par jour, par semaine, par mois et par an pensez-vous que votre famille consomme? Donnez un chiffre approximatif. À présent, jetez l'eau. Qu'avez-vous fait? Où cette eau est-elle allée? Où finit-elle toujours par aboutir? En choisissant cette façon de vous débarrasser de l'eau, avez-vous pris une bonne décision? Ne venez-vous pas de gaspiller un litre d'eau? Et ce faisant, pensez-vous avoir gaspillé de l'énergie?

Les problèmes posés dans l'exercice précédent sont justement ceux que vous allez étudier en détail dans le reste de l'unité. Avant de continuer cette étude, cependant, nous vous proposons un jeu, appelé *Éclaboussures,* qui vous aidera à réfléchir à votre mode d'utilisation de l'eau et, le cas échéant, au gaspillage que vous en faites. Dans la deuxième section, vous étudierez scientifiquement la façon dont votre famille utilise l'eau.

Éclaboussures

★ Éclaboussures est un jeu d'économie d'énergie auquel peut participer toute la classe ou la famille, un jeu pour les petits ou les grands de 5 à 77 ans. Le jeu est facile et fournit un bon moyen d'apprendre les règles de base en matière d'économie d'eau et d'énergie . . . tout en s'amusant!

L'ensemble comprend :

1. Les règles du jeu
2. Les cartes
3. Les pions
4. La surface de jeu

Il vous suffit d'un dé. (D'ailleurs, si vous n'en avez pas, vous pouvez en fabriquer un en dessinant des points sur un cube de sucre.)

Pour augmenter la résistance de la surface de jeu, des cartes et des pions, il vous suffit de les coller sur du carton.

Règles

1. Chaque carte représente soit une bonne, soit une mauvaise mesure d'économie. La plupart des cartes le précisent au verso; d'autres, non. Dans ce cas, le groupe de joueurs détermine les bonnes et les mauvaises mesures. Il doit également attribuer une valeur de 1 à 10 aux cartes, selon l'importance de la mesure. Par exemple, si le groupe pense que la mesure (bonne ou mauvaise) n'est pas très importante, il marque au dos de la carte «Avancez de deux cases» ou «Reculez de deux cases». Si le groupe pense que la mesure est importante, il marque «Avancez de dix cases» ou «Reculez de dix cases» au dos de la carte. Les joueurs doivent s'efforcer d'utiliser tous les nombres de 1 à 10.

Au cours des prochains exercices, vous découvrirez la valeur relative des différentes mesures et vous pourrez alors modifier votre attribution de points.

2. Les joueurs mélangent toutes les cartes et les posent sur la table, face vers le haut.

3. Tous les joueurs choisissent un pion et le placent à la gauche du chiffre 1 à l'extérieur de la surface de jeu.

4. Les joueurs jettent le dé chacun à leur tour; celui qui obtient le chiffre le plus élevé commence. Pour pouvoir entrer dans la partie, il faut obtenir un six. Après avoir fait un six, le joueur relance son dé et avance son pion d'un nombre de cases égal à l'indication du dé.

5. Les joueurs qui tombent sur une case «TIREZ UNE CARTE» doivent prendre dans le tas la carte de dessus et déplacer leur pion conformément aux indications figurant au dos de la carte. Ainsi, un joueur qui se retrouve sur la case 3 et qui tire une carte «Avancez de quatre cases» doit se rendre à la case 7. Si la carte indique «Reculez de quatre cases», le joueur doit retourner au départ; il devra faire un 6 avant de pouvoir recommencer à jouer.

6. Une fois qu'une carte a été tirée, elle doit être placée, face tournée vers la table, sous le tas. Après que toutes les cartes ont été tirées, les joueurs les mélangent de nouveau et les replacent sur la table, face vers le haut.

7. Les joueurs qui tombent sur une case illustrée doivent suivre le tuyau dans le sens indiqué.

8. Le premier joueur à parvenir à la case 100 (un visage souriant) est déclaré vainqueur. Il doit, cependant, tomber exactement sur la case 100 pour pouvoir gagner. Ainsi, un joueur qui se trouve sur la case 98 doit faire un 2 pour gagner, celui qui se trouve sur la case 99 doit faire un 1, etc.

9. Une fois le vainqueur désigné, les autres joueurs peuvent se disputer les deuxième et troisième places.

10. Plusieurs pions peuvent se trouver sur la même case.

Éclaboussures

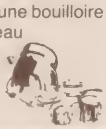
UN JEU QUI MOUILLE!

PIONS

Découpez les pions et collez-les sur de petits ronds de carton.

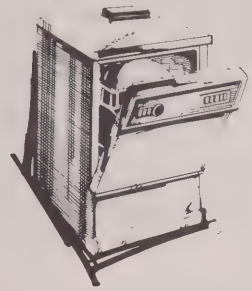
Découpez la surface de jeu le long de cette ligne et collez-la sur un morceau de carton.

	99	98	Vous avez trop rempli votre baignoire d'eau chaude.
81	82	TIREZ UNE CARTE	84
80	79	78	TIREZ UNE CARTE
61	62	63	64
60	59	58	57
41	42	TIREZ UNE CARTE	44
TIREZ UNE CARTE	39	38	37
21	22	23	TIREZ UNE CARTE
TIREZ UNE CARTE	19	18	17
1	2	TIREZ UNE CARTE	4

96	95	94	93	92	Vous avez utilisé votre machine à laver à moitié pleine.
85	86	87	88	TIREZ UNE CARTE	90
76	75	TIREZ UNE CARTE	73	72	71
Vous avez pris une douche rapide au lieu d'un bain.	66	67	68	69	TIREZ UNE CARTE
56	TIREZ UNE CARTE	54	TIREZ UNE CARTE	52	51
45	46	Vous avez recueilli de l'eau de pluie pour arroser le jardin.	48	49	50
Vous avez réparé un robinet qui coulait	35	Vous avez utilisé un seau d'eau au lieu du tuyau d'arrosage pour laver la voiture.	33	TIREZ UNE CARTE	31
25	26	TIREZ UNE CARTE	28	29	30
16	TIREZ UNE CARTE	14	13	Vous avez fait chauffer une bouilloire pleine d'eau pour une seule tasse de thé. 	11
5	Vous avez coincé le distributeur d'eau de l'école.	7	8	TIREZ UNE CARTE	10

Cartes

Vous avez utilisé le lave-vaisselle pour quelques assiettes seulement au lieu de les laver dans l'évier.



Vous vous êtes lavé les cheveux dans le lac.

Vous avez arrosé la pelouse avec le tuyau et vous l'avez laissé ouvert trop longtemps.

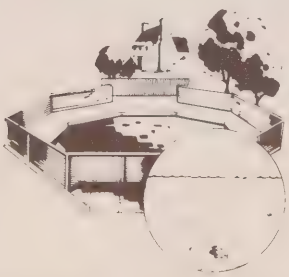
Vous vous êtes préparé une boisson chaude en utilisant juste l'eau qu'il fallait dans la bouilloire pour une tasse.

Vous avez placé une brique dans le réservoir de la chasse d'eau.

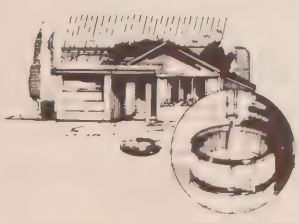
Les toilettes extérieures ont été construites en retrait du lac.

Votre père a fait laver sa voiture au lave-auto.

De grosses quantités d'herbe et de sable ont été jetées dans la piscine, qu'il faut à présent nettoyer.



Vous avez recueilli de l'eau de pluie pour arroser le jardin.



L'un de vos amis a bloqué le robinet du distributeur d'eau de l'école et vous n'avez pas essayé de le débloquer ni d'arrêter l'eau.

Reculez de _____
Avancez de _____

Reculez de _____

Avancez de _____

Reculez de _____

Avancez de _____

Avancez de _____

Reculez de _____

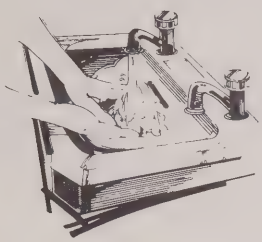
Reculez de _____
Avancez de _____

Reculez de _____
Avancez de _____

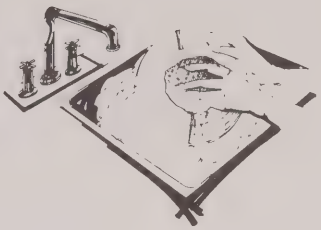
Avancez de _____

artes

Vous vous êtes lavé les mains à l'eau courante.

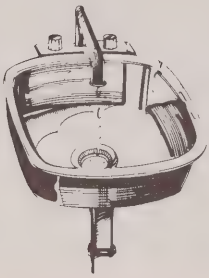


Vous avez lavé les assiettes du repas dans l'évier au lieu de le faire dans le lave-vaisselle.

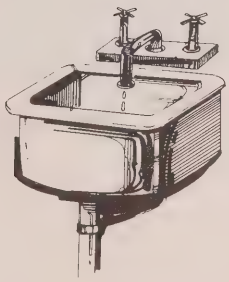


Vous avez lavé votre voiture avec un seau au lieu d'utiliser le tuyau d'arrosage.

Vous avez mal fermé le robinet après vous être brossé les dents.



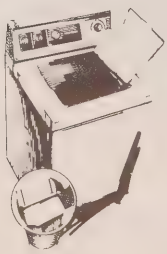
Vous avez fermé un robinet qui coulait



Hier soir, vous avez pris une douche rapide au lieu de prendre un bain.

Vous avez jeté l'eau de vaisselle dans le lac.

Votre mère n'a rempli la machine à laver qu'à moitié.



Vous avez pris un bain chaud en remplissant la baignoire au maximum.

Vous avez lavé la voiture avec le tuyau d'arrosage.

Avancez de _____

Reculez de _____
Avancez de _____

Reculez de _____

Reculez de _____
Avancez de _____

Reculez de _____
Avancez de _____

Avancez de _____

Reculez de _____

Reculez de _____

Reculez de _____
Avancez de _____

Reculez de _____

La meilleure façon d'évaluer votre consommation d'eau consiste à la mesurer, en déterminant le *volume* d'eau consommé pour chaque activité.

Mesure des quantités d'eau

Tant que la conversion des mesures de capacité au système métrique ne sera pas terminée au Canada, vous rencontrerez des mesures anglaises, dont les unités courantes suivantes : gallons, pintes ou pieds cubes. Pour mesurer de grosses quantités, voici deux unités très pratiques :

1. gallon par jour (gpj) – volume d'eau utilisé en 24 heures;

2. gallon par personne par jour (gppj) – volume d'eau précédent divisé par le nombre de personnes.

Le processus de conversion étant cependant amorcé, nous avons jugé préférable d'exprimer toutes les mesures mentionnées dans l'unité d'étude en unités du système métrique. Parfois, vous serez obligé de convertir certaines unités, mais vous constaterez très vite que le système métrique est fort pratique. Le tableau ci-dessous contient la plupart des conversions dont vous aurez besoin.

Quatre façons de mesurer des volumes d'eau

1. Si vous êtes alimenté en eau par une entreprise de services publics, vous devez sûrement avoir un compteur d'eau. Trouvez le compteur d'eau de votre maison et déterminez-en l'unité de mesure; déterminez également la plus petite division de l'échelle. Demandez à quelqu'un de faire couler de l'eau et observez le mouvement des aiguilles ou du cadran. Pouvez-vous lire ou estimer la quantité d'eau consommée à une fraction de pied cube ou à un gallon près? Si vous habitez dans une région comme celle de Mississauga, par exemple, votre compteur indique la consommation d'eau en mètres cubes (m^3). Le croquis ci-dessous illustre le type le plus courant de compteur d'eau et ses divers cadrans.

Le compteur vous indique le volume total de consommation d'eau. Pour déterminer le volume d'eau utilisé, vous devez soustraire les chiffres apparaissant avant et après l'utilisation d'eau. N'oubliez pas de convertir.

1 pied cube = 1 pi^3 = 28,3 L
1 gallon impérial = 1 gal = 4,54 L

Les relevés du compteur sont surtout utiles pour déterminer de grosses consommations d'eau. Pour les plus petits volumes, lisez ce qui suit.

★2. À l'aide d'une règle, essayez de trouver le volume d'un rectangle correspondant à celui que vous essayez d'évaluer. Cette méthode est fort utile pour évaluer la capacité des éviers et des baignoires. Mesurez en centimètres et convertissez le volume en litres. L'illustration ci-dessous vous indique la marche à suivre.

Tableau 4.3

1 gal = 4 pt = 8 chop = 160 oz = 16 tasses = 277,3 po^3 = 0,160 pi^3 = 4,54 L

1 pi^3 = 1 728 po^3 = 6,23 gal = 28,3 L

1 L = 1 000 cm^3

1 m^3 = 1 000 L

1 gal d'eau a une masse de 10 lb ou de 4,54 kg

1 pi^3 d'eau a une masse de 62,4 lb ou de 28,3 kg

1 L d'eau a une masse de 1 kg

1 m^3 d'eau a une masse de 1 t (tonne)

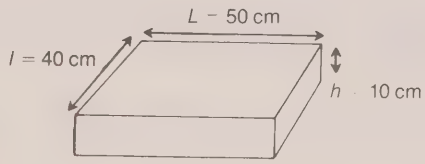
L/j (Lpj) signifie litres par jour

L/j (personne) (Lppj) signifie litres par personne par jour

L/a (Lpa) signifie litres par an

m^3/a (m^3pa) signifie mètres cubes par an

Figure 4.3



$$\text{Volume} = \frac{(L \times l \times h)\ \text{cm}^3}{1\,000\ \text{cm}^3/\text{L}} = \text{Volume en litres}$$

$$= \frac{50\ \text{cm} \times 40\ \text{cm} \times 10\ \text{cm}}{1\,000\ \text{cm}^3/\text{L}}$$

$$= \frac{20\,000\ \text{cm}^3}{1\,000\ \text{cm}^3/\text{L}}$$

$$= 20\ \text{L}$$

Tableau 4.4

Feuille d'inscription de la consommation d'eau						
Date	Relevé du compteur (unité du compteur)	Nombre de jours écoulés depuis le relevé précédent	Volume utilisé (unité)	Volume (converti en litres)	Volume utilisé par jour (litres par jour)	Variations (+) (−) (en litres)

★ 3. Déterminez le volume maximal (en litres) de tous les éviers de votre maison.

★ 4. Procurez-vous des récipients dont vous connaissez le volume (cruche de lait de trois pintes, pot de peinture d'un gallon, bouteille d'une pinte) et convertissez ces mesures en litres, ou servez-vous d'un stylo feutre pour graduer le récipient en litres.

La capacité de certains appareils ménagers, lave-vaisselle, machine à laver ou chauffe-eau, est souvent indiquée dessus. Vous pouvez également trouver la capacité de ces appareils sur la notice technique fournie avec l'appareil.

Comment se servir du compteur d'eau

Les exercices suivants sont destinés à ceux qui peuvent avoir facilement accès à un compteur d'eau, chez eux ou à l'école.

★ Pendant une semaine (ou un mois), faites le relevé du compteur chaque jour à la même heure. N'oubliez pas de convertir en litres. Tracez un graphique pour les relevés de la semaine. Déterminez la consommation moyenne quotidienne en litres et divisez le chiffre obtenu par le nombre de membres de votre famille, afin d'obtenir la consommation moyenne en litres par personne et par jour.

Vous pouvez également effectuer cet exercice pour l'école. (Le même élève devrait faire le relevé du compteur chaque jour!) Connaissez-vous le nombre total de personnes qui fréquentent l'école? Calculez la consommation d'eau moyenne en litres par personne et par jour.

Si vous habitez un immeuble, vous pouvez effectuer cet exercice pour tout l'immeuble. (Connaissez-vous le concierge ou le propriétaire de l'immeuble?)

★ Pouvez-vous économiser de l'eau? Prenez l'habitude de surveiller votre consommation d'eau. Dressez un tableau comme le tableau 4.4. Les relevés et les inscriptions doivent être effectués tous les jours, toutes les semaines ou tous les mois. Ce tableau sera par la suite étendu aux évaluations de consommation d'énergie.

Tracez un graphique, à l'aide des données du tableau, des volumes d'eau utilisés (litres par jour) lors de chaque relevé. Indiquez les mois de l'année (ou les jours du mois) en abscisse. Vous remarquerez que la consommation journalière d'eau en litres n'est pas constante; elle fluctue.

★ 1. Faites le relevé de votre compteur d'eau tous les jours pendant une semaine et enregistrez la consommation totale d'eau.

2. Instituez quelques mesures d'économie d'eau et, la semaine suivante, recommencez à relever quotidiennement les indications du compteur.

3. Calculez en litres les économies d'eau durant la deuxième semaine. Déterminez en pourcentage l'économie d'eau réalisée par rapport à la semaine précédente.

4. Faites ces relevés pendant 4 semaines. Continuez-vous à respecter les mesures d'économie d'eau?

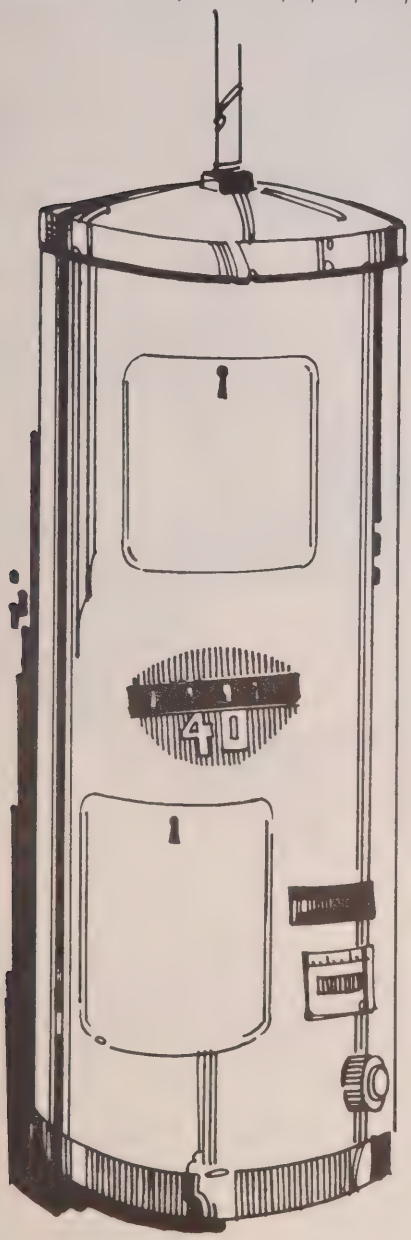
5. Évaluez le nombre de foyers dans votre communauté. En supposant que vos résultats du 3) soient «moyens», quel volume d'eau pourrait-on économiser par semaine (an) dans votre communauté?

L'un des plus grands problèmes de l'approvisionnement en eau consiste à prévoir les fluctuations du *taux* d'utilisation de l'eau dans la communauté.

★ Essayez de prédire les périodes d'utilisation maximale d'eau dans votre communauté au cours d'une journée, d'une semaine, d'un an. Étayez vos idées par de solides arguments. Tracez le genre de graphique qu'utilise, selon vous, l'entreprise de services publics ou le service municipal qui vous approvisionne en eau. (Demandez à votre professeur de se renseigner auprès du responsable du service local d'approvisionnement en eau pour voir s'il peut se procurer des modèles de graphique.) Comment le service d'approvisionnement en eau fait-il face à ces fluctuations? À quoi voyez-vous que le service d'approvisionnement a du mal à vous fournir l'eau dont vous avez besoin?

Essayez de déterminer les mesures et les habitudes qui permettraient de réduire les périodes de consommation maximale d'eau dans un quartier résidentiel. Comment peut-on faire appliquer ces mesures ou adopter ces habitudes?

Dans une grande ville, il est souvent facile de déterminer avec précision la fin d'une importante émission de télévision (un match de hockey par exemple) en étudiant le graphique de la consommation d'eau de la journée! Expliquez pourquoi.



Où passe l'eau chaude?

Une partie de l'eau froide qui arrive chez vous ou à l'école par la canalisation principale est détournée et chauffée dans le chauffe-eau spécialement conçu à cet effet.

Remarque. Si le système de chauffage consiste en eau chaude circulant dans une série de radiateurs, celle-ci provient d'une «chemise» enveloppant la chaudière. Ce n'est pas le chauffe-eau dont nous parlons actuellement.

★ Regardez où se trouve le chauffe-eau chez vous et déterminez :

1. la contenance du chauffe-eau (convertir, le cas échéant, les gallons en litres);

2. le mode de chauffage utilisé (électricité, gas ou mazout);

3. l'emplacement du thermostat qui règle la température de l'eau;

4. l'entrée d'eau froide et la sortie d'eau chaude (il suffit de toucher les tuyaux).

★ Vérifiez si :

1. le chauffe-eau est bien isolé (s'il a une enveloppe en métal et qu'elle soit froide, c'est que l'isolant se trouve à l'intérieur);

2. les tuyaux d'eau chaude qui quittent le réservoir sont isolés;

3. aucun robinet d'eau chaude dans la maison ne goutte ni ne coule.

Tirez ensuite vos conclusions et déterminez les mesures à adopter.

★ Le thermostat qui se trouve sur le réservoir du chauffe-eau le fait fonctionner lorsque l'eau contenue dans le réservoir baisse au delà d'une certaine température et l'arrête lorsque l'eau atteint une certaine température maximale.

Établissez la température maximale d'eau chaude produite par votre chauffe-eau en plongeant un thermomètre dans l'eau la plus chaude que vous puissiez obtenir par un robinet situé près du chauffe-eau. Comparez cette température à celle qu'indique le thermostat du chauffe-eau.

★ Analysez soigneusement les deux points suivants et faites quelques recherches en bibliothèque. Puis, passez à l'action!

1. Dans quels cas pouvez-vous avoir besoin d'eau chaude *seulement?* À quelle température? (Voir quelques-uns des exercices de la section 4.)

2. Demandez à vos parents de baisser le thermostat à la température maximale de l'eau déterminée dans les cas précédents. Vérifiez de nouveau avec un thermomètre.

Remarque. Renseignez-vous auprès de votre entreprise de services publics (électricité, gaz ou mazout) sur la façon de procéder avant de commencer.

Volume d'eau chaude utilisé

1. Si le travail que vous effectuez ne nécessite que de l'eau chaude, vous pouvez mesurer le volume d'eau utilisé en employant les méthodes décrites précédemment. Vous pouvez utiliser la méthode du compteur, car de l'eau froide pénètre dans le réservoir du chauffe-eau pour remplacer l'eau chaude qui en sort, et l'eau qui coule d'un robinet d'eau chaude a été chauffée même si au début elle sort froide.

2. Si vous devez utiliser un mélange d'eau chaude et d'eau froide pour votre travail, faites d'abord couler l'eau froide et mesurez-en le volume; faites ensuite couler l'eau chaude jusqu'à ce que le mélange ait la température désirée et mesurez le volume total. Déterminez ensuite le volume d'eau chaude par soustraction. (Vous pouvez inverser l'ordre des opérations. Mais est-ce souhaitable?)

★ Appliquez les méthodes ci-dessus la prochaine fois qu'un membre de votre famille décide de prendre un bain. Utilisez les deux méthodes de détermination des volumes d'eau, puis comparez les résultats entre eux.

a) Mesurez, par la méthode du parallélépipède rectangle, les volumes d'eau chaude et d'eau froide utilisés.

b) Faites trois relevés du compteur d'eau : avant d'ouvrir les robinets, après avoir fait couler l'eau froide, après avoir fait couler l'eau chaude.

Les méthodes de calcul des volumes d'eau chaude et d'eau froide indiquées précédemment jouent un rôle très important dans le reste de l'unité d'étude, car la quantité d'énergie convertie dans le processus de consommation de l'eau est directement proportionnelle au volume d'eau utilisé.

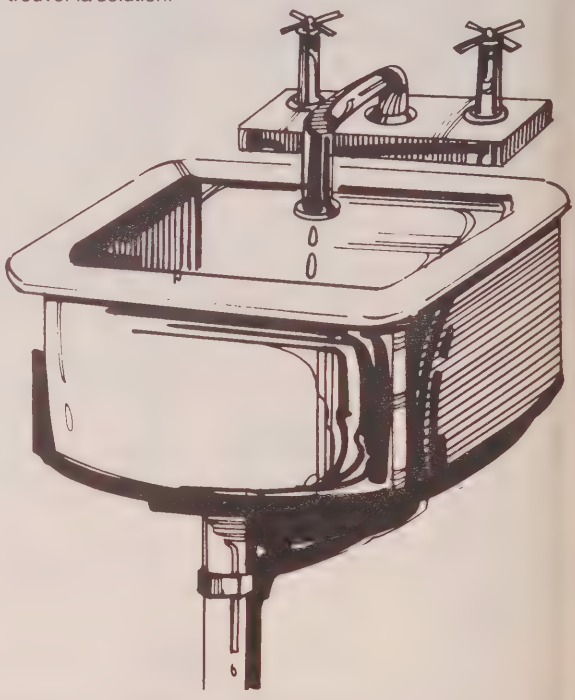
La section suivante décrit de nombreux exercices bien précis pour lesquels il faut utiliser de l'eau. Dans chaque cas, vous devrez mesurer (ou estimer) les volumes d'eau chaude et d'eau froide utilisés.

La présente section est la plus longue de toute notre étude, car les exercices mentionnés portent sur les nombreuses utilisations domestiques que nous faisons de l'eau. Cette section ne vous apprendra rien de neuf, mais vous permettra, du moins nous l'espérons, d'examiner chaque cas sous un nouvel angle.

Tout le long de la section, vous devrez analyser les utilisations de l'eau en fonction des «besoins réels». Si vous aviez à réduire votre consommation d'eau, par quoi commenceriez-vous?

Halte aux robinets qui coulent – des tuyaux pour les robinets!

Avant de mesurer la quantité d'eau que vous utilisez, penchons-nous quelques instants sur celle que vous n'utilisez pas. Un robinet qui coule représente une perte inutile d'eau et d'énergie. Ne tolérez pas pareille négligence chez vous! Si vous avez des robinets qui coulent, essayons de cerner le problème et d'en trouver la solution.



★ Réglez un robinet d'eau froide de façon qu'il produise un goutte à goutte lent et régulier (environ une goutte à la seconde) et recueillez l'eau pendant quinze minutes dans un récipient. En mesurant le volume recueilli et en multipliant par le nombre voulu, calculez en centimètres cubes la perte représentée par ces gouttes d'eau en une journée.

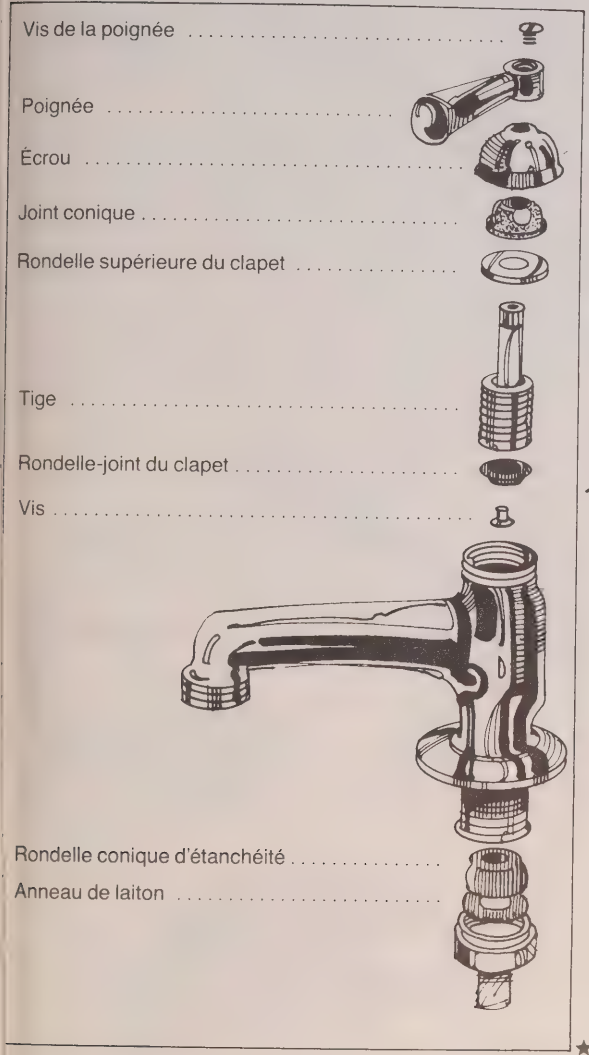
Convertissez en litres par jour (L/j), en litres par mois (L/mois) et en litres par an (L/a). Calculez ces volumes pour un rythme d'écoulement de deux gouttes à la seconde. Étendez la portée de vos calculs au cas où une maison sur cinq dans votre communauté a un robinet qui coule.

★ Si c'est le robinet d'eau chaude qui coule (c'est généralement celui-là! Pourquoi?), vous pouvez calculer l'énergie gaspillée de la sorte par semaine, par mois ou par an. Aidez-vous de vos résultats de l'exercice précédent et des calculs sur la consommation d'énergie nécessaire au chauffage de l'eau. Reportez-vous à la section 4.

Remarque. Les robinets qui coulent sont facilement réparables. Renseignez-vous (à la bibliothèque), puis réparez-les.

Figure 4.4

Détails d'un robinet d'eau



Raisons pour lesquelles un robinet fuit

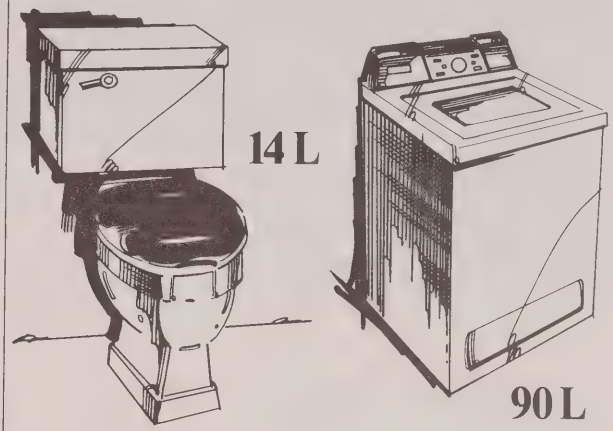
Le robinet à compression est le robinet le plus répandu au Canada. Ce robinet permet de régler le débit de l'eau en tournant une manette fixée à une tige filetée. Lorsque cette tige s'abaisse, la rondelle ou le disque qui est placé à sa base appuie fortement contre un dispositif étanche et empêche l'eau de couler. Si le contact n'est pas parfait, ce qui est ordinairement attribuable à une rondelle usée, l'eau continue à couler.

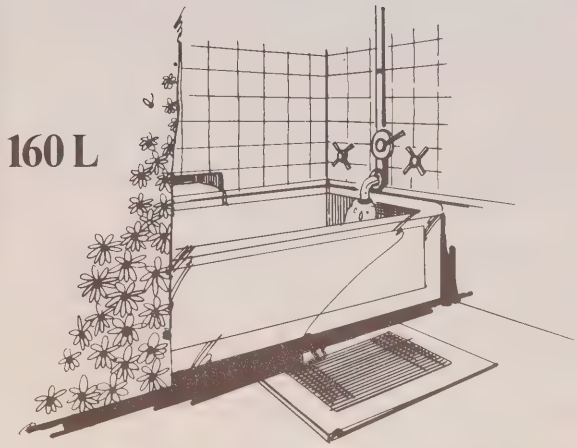
tilisation de l'eau chez soi

ous allons maintenant déterminer où et comment s'effectue tre consommation d'eau. Vous verrez qu'avec un peu de geote et quelques efforts vous allez pouvoir réaliser des onomies immédiates.

★ Établissez un tableau comme celui de la page 22 (tableau 4.5). Commencez par énumérer chaque emplacement de votre maison où on peut se procurer de l'eau. Laissez suffisamment de place pour pouvoir ajouter des utilisations au fur et à mesure que vous effectuerez les exercices de la présente section.

Si vous le pouvez, établissez la distinction entre les volumes d'eau chaude et d'eau froide lorsque vous mélangez l'eau. Reportez-vous au «Volume d'eau chaude utilisé» de la section 2.





★ À présent, dressez une liste ou réalisez un tableau semblable au précédent, en ne vous intéressant cette fois qu'à l'utilisation d'eau que vous faites à l'extérieur de la maison. Si vous utilisez l'eau qui se déverse de votre toit, incluez-là mais ne vous compliquez pas la vie en essayant d'en estimer le volume. (Comment pourriez-vous y parvenir?)

★ Avant de commencer vos mesures, essayez d'évaluer les cinq utilisations principales de votre famille. Classez-les et estimez le pourcentage de chacune par rapport à toute l'eau utilisée chez vous au cours de l'année.

★ Recommencez l'exercice précédent, mais cette fois pour l'eau chaude seulement. Quelle importance attribuez-vous au fait qu'une utilisation apparaisse à la fois dans cette liste et dans la liste précédente?

Les exercices suivants sont conçus, en partie, pour vous aider à mesurer les volumes d'eau que vous utilisez pour les diverses activités que vous avez énumérées dans les tableaux précédents.

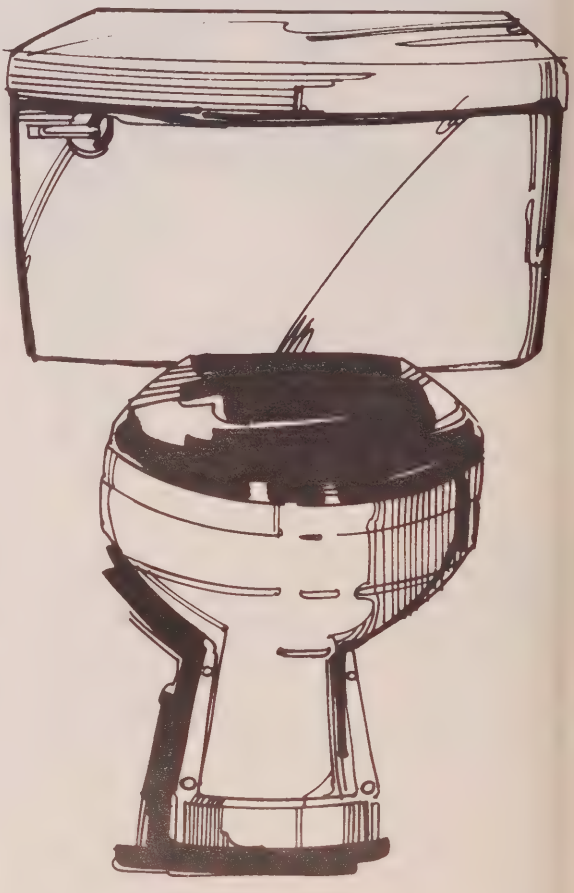
Tableau 4.5

Tableau de consommation d'eau chez soi

Endroit		Utilisation de l'eau	Catégorie d'eau utilisée			Volume approximatif (litres par utilisation)	Nombre moyen d'utilisations (par semaine)	Volume approximatif en litres par semaine
			Chaude	Froide	Mélange			
Salle de bains	lavabo	– se laver les dents		*		?	?	?
		– se laver les mains			*	?	?	?
		– se laver les cheveux			*	?	?	?
		– etc.				?	?	?
	toilette	– évacuation des déchets		*		?	?	?

Faut-il apprendre à se servir des toilettes?

Ce n'est que depuis fort peu qu'on utilise l'eau pour évacuer les déchets humains. Dans de nombreux pays où l'eau est rare, on ne le fait pas. Est-ce une utilisation extravagante de l'eau? L'eau que nous utilisons a été traitée et épurée, nous polluons donc volontairement de l'eau potable!



★ Déterminez le volume d'eau (en litres) du réservoir de la chasse. Reportez-vous à l'une des trois méthodes ci-dessous. Ce volume correspond à la quantité d'eau utilisée chaque fois que vous vous servez de la chasse. Actionnez la chasse avec le couvercle enlevé pour voir comment elle fonctionne.

1. Après avoir enlevé le couvercle, notez les niveaux d'eau supérieur et inférieur dans le réservoir. Ne tenez pas compte de la place occupée par les divers appareils ou dispositifs qui se trouvent à l'intérieur du réservoir. Supposez que le réservoir est un parallélépipède rectangle. Voici les calculs que vous devez effectuer :

$$\text{Volume} = \frac{L \times l \times h}{1\,000} = \frac{48\text{ cm} \times 16\text{ cm} \times 17\text{ cm}}{1\,000\text{ cm}^3/\text{L}} = 13{,}1\text{ L}$$

2. Arrêtez l'eau en tournant le robinet sous le réservoir, actionnez la poignée de la chasse et remplissez le réservoir jusqu'à la marque supérieure de l'eau en utilisant un récipient dont vous connaissez la contenance (par exemple, une boîte de lait de 1 litre – environ 10% de moins qu'une pinte de lait). N'oubliez pas de rebrancher l'eau après votre expérience!

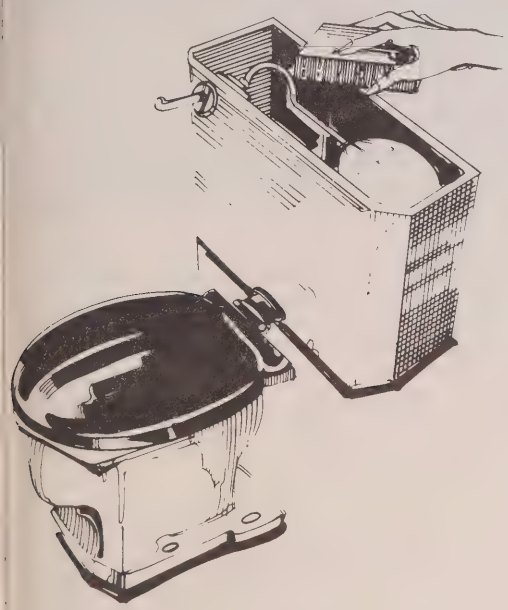
3. Utilisez votre compteur d'eau en suivant les indications données dans «Quatre façons de mesurer des volumes d'eau» de la section 2.

★ Déterminez le nombre de fois que la chasse est utilisée par jour et par semaine (laissez un crayon et du papier sur le couvercle du réservoir!). En supposant qu'il s'agisse de la consommation moyenne, combien de litres d'eau sont-ils évacués par jour, par mois et par année dans les toilettes? Divisez ce chiffre par le nombre de personnes dans votre famille pour trouver la consommation quotidienne moyenne par personne. Pour les grandes quantités d'eau, le volume est généralement exprimé en mètres cubes (m^3) plutôt qu'en litres (L). Prenez la consommation totale d'une année exprimée en litres et convertissez-la en mètres cubes : il vous suffit de diviser les litres par 1 000 pour obtenir des mètres cubes.

ne dizaine de litres d'eau est suffisante pour faire évacuer les échets. Combien de litres pourriez-vous économiser par jour, ar mois ou par année chez vous par le simple fait de réduire le olume d'eau du réservoir de la chasse? Après avoir déterminé quantité totale d'eau utilisée chez vous dans l'année (page 21 t tableau 4.5), calculez ce que représente en jours cette économie par rapport à la consommation annuelle totale.

ssayez de trouver, avec votre famille, des moyens de réduire la équence d'utilisation quotidienne de la chasse d'eau. Mettez n pratique vos idées et surveillez votre consommation pendant ne semaine ou deux. Si vous continuiez à appliquer cette stragie d'économie pendant une année, quelle quantité totale eau économiseriez-vous en plus des quantités correspondant la réduction de la contenance utile du réservoir?

aites passer la contenance utile du réservoir de la chasse eau de 12 L à 10 L. Vous pouvez, par exemple, utiliser une ou eux briques qui ne se détérioront pas au contact de l'eau (ou es pierres de la taille voulue). Faites attention : ces briques ne oivent pas bloquer le mécanisme de la chasse d'eau.



lieux encore : Faites-vous aider par vos parents pour enlever le otteur et sa tige de la chasse d'eau; courbez la tige de façon ue le flotteur ait une position plus basse que précédemment ans le réservoir de la chasse. Déterminez le niveau correspondant à 10 L d'eau et rectifiez la courbure du flotteur en conséuence. (*Remarque*. Un robinet situé sous le réservoir vous ermet d'arrêter l'arrivée d'eau, le temps de donner à la tige du otteur la courbure voulue.)

Bains et douches

★ À partir de quelle fréquence nos bains et douches ne sont-ils plus motivés par la simple hygiène, mais deviennent-ils une forme de gaspillage d'énergie? Réfléchissez-y.

★ Faites une enquête parmi les élèves de votre classe et déterminez le nombre moyen de douches ou de bains que prend *chaque personne par semaine* dans chaque foyer. (Respectez l'anonymat des réponses.) Comparez cette moyenne à celle de votre foyer. Dans quels cas est-il naturel que le nombre de bains et de douches par personne augmente?

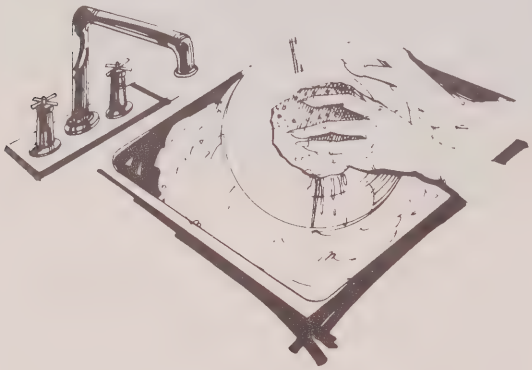
★ La prochaine fois que vous prendrez un bain, mesurez la profondeur, en centimètres, de l'eau que vous avez fait couler. Avant de prendre une douche, bouchez la baignoire de façon à pouvoir mesurer également la profondeur de l'eau utilisée. Quelles conclusions pouvez-vous tirer de ces résultats? Calculez la différence de volumes en litres. La température moyenne de l'eau utilisée est-elle différente? Dans quel cas l'énergie dégagée par l'eau chauffe-t-elle le plus la salle de bains? Y a-t-il un système de ventilation dans votre salle de bains? L'utilisez-vous en prenant un bain ou une douche? Devriez-vous le faire?

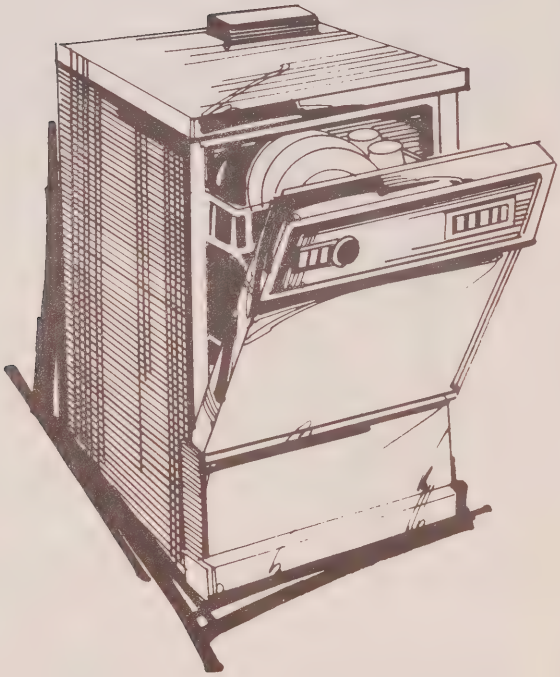
Et maintenant, passons à la cuisine pour quelques nouveaux exercices.

Vaisselle

L'augmentation de la consommation d'énergie par habitant s'explique, entre autres, par l'utilisation de plus en plus généralisée de lave-vaisselle automatiques.

C'est à cause de l'eau chaude qu'elles utilisent que les machines à laver, les lave-vaisselle par exemple, consomment énormément d'énergie. Calculez la différence de consommation d'énergie lorsque vous utilisez un lave-vaisselle au lieu de laver la vaisselle à la main.





★1. Lavez et rincez un certain nombre de plats à la main. Inscrivez la quantité et la température de l'eau utilisée ainsi que la température de l'eau froide. La quantité d'eau se mesure facilement après avoir marqué le niveau d'eau dans l'évier, soit en le remplissant jusqu'à la marque à l'aide d'un récipient-mesureur, d'une bouteille ou d'un seau dont vous connaissez la contenance, soit en supposant que l'évier est un parallélépipède rectangle et en faisant le calcul du volume correspondant.

2. Lavez la même vaisselle dans un lave-vaisselle, puis récupérez l'eau qui en sort dans l'évier. Faites attention, la quantité peut être supérieure à la contenance d'un évier : soyez donc prêt, le cas échéant, à retirer le bouchon. Déterminez la quantité et la température de l'eau comme précédemment.

Reportez-vous aux exercices des pages 30 à 33 de la section 4 pour calculer l'énergie consommée par le chauffage de l'eau dans chacun des cas précédents.

Supposons à présent que la vaisselle utilisée dans une journée par une famille de quatre personnes soit lavée dans une machine et qu'il faille trois éviers pleins d'eau pour faire la même vaisselle à la main, quelle est la méthode qui vous semble consommer le plus d'énergie?

Remarque. Les lave-vaisselle ont souvent un dispositif qui permet de sécher les plats. À moins que vous ne soyez pressé, laissez sécher les plats à l'air libre, en entrebaîllant la porte! Vous économiserez ainsi de 0,4 à 1 kW•h (soit environ de 1,6 à 3,6 MJ) par machine pour le même résultat. (Reportez-vous aux exercices connexes sur l'énergie électrique de la partie 3 du présent guide.)

Si vous avez un lave-vaisselle, dressez une liste des choses à faire et à ne pas faire pour économiser de l'énergie.

★ Calculez ou estimez la quantité totale d'eau que votre famille utilise chaque jour pour laver la vaisselle et le pourcentage d'eau chaude. Enregistrez la température de l'eau froide et de l'eau chaude utilisées par la machine en vue de calculs ultérieurs. Faites également des calculs de moyennes hebdomadaires, mensuelles et annuelles.

Lessive

★ Bien que plus difficile, il est possible de réaliser le même exercice que précédemment avec une machine à laver le linge. Mesurez le volume d'eau rejeté par la machine et soyez prêt, pour les mêmes raisons que précédemment, à retirer le bouchon de l'évier. À cause des différentes températures de lavage possibles, certaines approximations seront nécessaires.

Quelques tuyaux sur la façon d'utiliser une machine à laver

Charges pleines. Votre lessiveuse, automatique ou manuelle, ne devrait servir que lorsque vous avez une pleine charge à laver.

Surcharges. La surcharge réduit l'efficacité de nettoyage de la lessiveuse, causant plus d'usure par frottement, plus de mousse et plus de faux plis. En fait, la surcharge gaspille de l'électricité en vous obligeant à relaver certains articles.

Économisez l'eau chaude. Ce qui coûte le plus cher dans le lavage c'est l'eau chaude consommée. Plus vous laverez de linge en réglant la machine aux cycles d'eau froide ou d'eau tiède, plus vous économiserez d'énergie. Les articles à pressage permanent ne nécessitent que de l'eau tiède. Les lainages se lavent à l'eau froide. Les articles qui ne sont que légèrement salis peuvent souvent se nettoyer sans eau chaude.

Sélecteur de niveau d'eau. Si votre lessiveuse automatique est équipée d'un sélecteur de niveau d'eau, choisissez le réglage selon la quantité de linge à laver.

Lavage à l'eau froide. Beaucoup de personnes n'utilisent que de l'eau froide pour laver et trouvent que leur linge est aussi net que n'importe quel autre.

Allongez la liste précédente et affichez-la à côté de votre machine à laver.

Si vous lavez votre linge dans une laverie automatique, essayez de déterminer le pourcentage du coût correspondant à l'énergie consommée. Y a-t-il des instructions ou des notes affichées pour encourager les utilisateurs à économiser l'énergie? Sinon, suggérez l'idée au gérant du magasin.

Appareils consommant de l'eau

Déterminez, en le mesurant vous-même ou en utilisant les données fournies par le fabricant, le nombre de litres consommés à chaque utilisation par le lave-vaisselle, la machine à laver, le broyeur à déchets, etc. En utilisant les valeurs moyennes du tableau 4.6, estimez le nombre de litres utilisés par semaine, par mois et par année par votre famille. Pour tous les appareils qui n'ont fait l'objet d'aucun des exercices précédents, établissez une liste de recommandations pour diminuer la quantité d'eau utilisée. S'il s'agit d'eau chaude, peut-on y substituer de l'eau moins chaude ou froide? Affichez une liste à côté de chaque appareil. Pourriez-vous vous passer complètement de certains d'entre eux?

Tableau 4.6

Appareils utilisant de l'eau	Consommation moyenne d'eau
Lave-vaisselle	55-70 L/machine
Machine à laver	150 L/machine
Bouilloire électrique	2 L, remplie à ras bords
Broyeur à déchets	12 L/par utilisation

Effectuez une enquête auprès des élèves de votre classe pour déterminer les appareils consommateurs d'eau qu'ils utilisent et calculez le pourcentage des maisons qui en sont équipées. Quelle était la situation il y a un an, deux ans, etc.? Tirez-en des conclusions.

Un cas particulier?

L'air doit contenir une certaine quantité de vapeur d'eau (humidité) pour que vous vous sentiez à l'aise. D'où cette humidité provient-elle dans votre maison? Énumérez le plus de sources possible. Quels sont les facteurs qui influent sur l'humidité? Quels sont les appareils de votre maison (école) qui régularisent le degré d'humidité et comment fonctionnent-ils? Quel type d'énergie utilisent-ils? Ne fonctionnent-ils que lorsqu'on en a besoin? À quelle époque de l'année l'humidité de l'air est-elle augmentée ou diminuée dans votre maison? Pourquoi?

Utilisation d'eau – robinets ouverts ou robinets fermés

Avant d'effectuer les cinq exercices suivants chez vous, discutez en classe ou en groupe des réponses que vous pensez obtenir; donnez des arguments. Puis passez aux exercices.

Énumérez les cas où vous laissez le robinet couler jusqu'à ce que l'eau atteigne la température souhaitée (chaude ou froide). Dans chaque cas, justifiez votre action ou suggérez un autre moyen de parvenir au même résultat. Les élèves bloquent-ils les distributeurs d'eau à l'école afin qu'ils coulent continuellement?

★ Lavez vos mains à l'eau courante du lavabo et chronométrez combien cela vous prend de secondes. La fois suivante, mettez le bouchon et faites couler le robinet pendant le même nombre de secondes. La quantité d'eau est-elle supérieure ou inférieure à celle dont vous avez besoin pour vous laver les mains? Déterminez la quantité dont vous avez besoin avec chaque méthode et la différence en litres. Vous lavez-vous les mains avant de les rincer, ou faites-vous les deux opérations en même temps? Quelle est, selon vous, la meilleure façon de vous laver les mains du point de vue à la fois de l'hygiène et de l'économie d'énergie? Vous arrive-t-il de vous laver les mains même si ce n'est pas réellement nécessaire?

★ En supposant que les assiettes soient lavées et rincées dans l'évier chez vous, faites la même expérience que celle de l'exercice précédent.

★ Où, comment et combien de fois vous lavez-vous les cheveux? Citez toutes les façons de se laver les cheveux qui vous viennent à l'esprit et estimez la quantité d'eau utilisée dans chaque cas. Quelles recommandations pouvez-vous faire?

★ Où, comment et combien de fois lavez-vous votre chien (votre chat, etc.)? Citez quelques méthodes et recommandez-en une en particulier : justifiez votre réponse.

Conclusion

★ À la lumière des résultats des exercices précédents, discutez avec votre famille ou votre classe des façons possibles de diminuer la consommation d'eau dans les divers domaines d'activité étudiés. Si les recommandations que vous proposez étaient suivies, combien d'eau pourriez-vous économiser au cours d'un mois ou d'une année chez vous? D'autres activités vous font-elles consommer une quantité excessive d'eau du fait que vous laissez continuellement couler l'eau? (Comment vous brossez-vous les dents?)

À présent, examinons quelques utilisations particulières de l'eau. On peut facilement en perdre le contrôle et consommer de grandes quantités d'eau et d'énergie.

Utilisation excessive d'eau? – Pelouse, voiture, piscine . . .

Arrosage réglementé

Les résidents de Gatineau ne peuvent plus laver leur voiture ni arroser leur pelouse à n'importe quelle heure.

Le conseil de la ville de Gatineau a adopté lundi dernier, à l'unanimité, un règlement qui normalise certaines restrictions en matière de consommation d'eau.

Le règlement avait été rejeté par une faible majorité il y a deux semaines.

Le nouveau règlement interdit d'arroser les pelouses, de laver une voiture ou de remplir une piscine entre 3 h de l'après-midi et 11 h du soir, sept jours par semaine, du 15 mai au 15 septembre, chaque année.

Les contrevenants sont passibles de $10 à $300 d'amende ou d'un emprisonnement maximal de quatre jours en cas de non-paiement de l'amende.

Le règlement avait été proposé par le comité administratif de Gatineau le mois dernier, à la suite des protestations de certains résidents de la région qui se plaignaient de la pression exagérément faible de l'eau durant les heures de pointe.

★ Étudiez l'article du journal en classe ou en groupe, puis apportez vos commentaires sur les questions et affirmations suivantes :

1. Les gens ne commenceront à économiser l'eau ou l'énergie que si des lois les y obligent.

2. Pourquoi le règlement de l'article ne fait-il référence qu'à une certaine période de la journée et à une certaine époque de l'année?

3. Trouvez-vous les amendes ou les peines d'emprisonnement trop dures ou trop faibles? Pourquoi?

4. Que sous-entend l'article à propos de l'effet qu'ont les plaintes adressées à des représentants municipaux?

Voiture

★ Comparez les quantités relatives d'eau et d'énergie utilisées pour le lavage de la voiture familiale par les méthodes ci-dessous. Pourquoi et quand lave-t-on une voiture? Comment et combien de fois lavez-vous la voiture de la famille? Établissez des estimations mensuelles et annuelles de la quantité d'eau utilisée. Tirez les conclusions qui s'imposent.

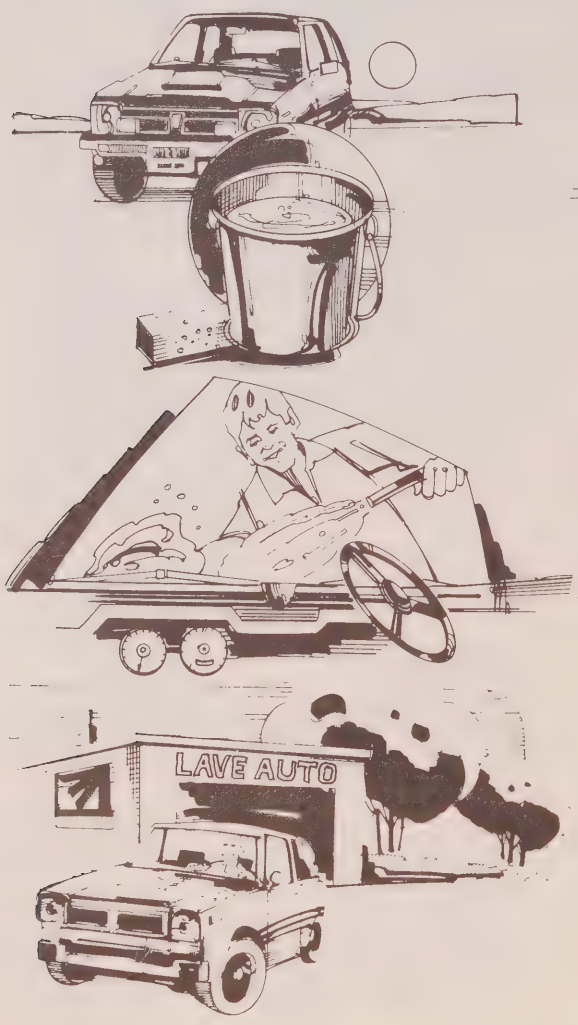
Pelouse

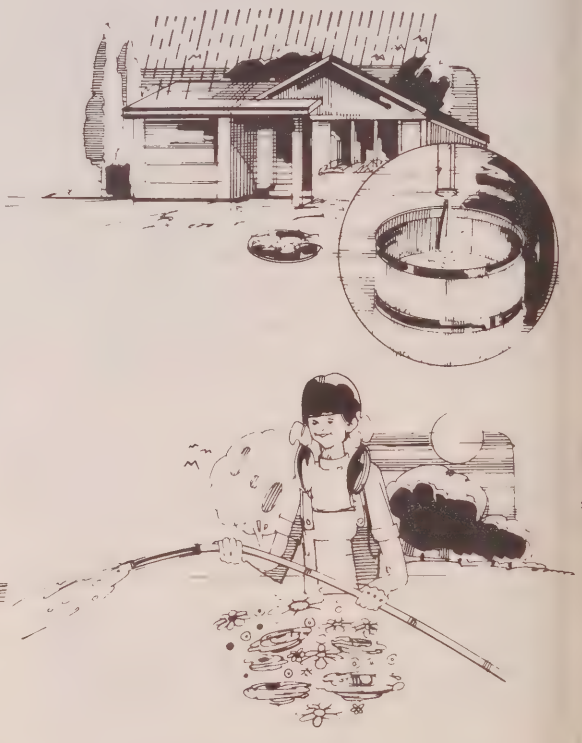
★ Vous devez déterminer le nombre de litres par heure que vous utilisez pour arroser la pelouse. Cela vous permettra de calculer la consommation totale d'eau par année en estimant le nombre d'heures par jour et de jours par année durant lesquels le système d'arrosage fonctionne. Utilisez l'une des méthodes suivantes pour déterminer la consommation d'eau horaire :

1. Assurez-vous que personne d'autre que vous n'utilise de l'eau et faites un relevé du compteur d'eau; arrosez pendant une heure, puis faites un nouveau relevé du compteur.

2. Si vous utilisez un tourniquet ou un tuyau, recueillez l'eau dans un seau pendant une minute, puis mesurez le volume et multipliez par 60.

3. Mettez un bac sur la pelouse sous le tourniquet et chronométrez le temps que cela vous prend pour recueillir 1 ou 2 cm d'eau. Mesurez le volume d'eau recueilli et la superficie du bac. Divisez la superficie totale de la pelouse par celle du bac et multipliez ce chiffre par le volume d'eau recueilli. Convertissez le résultat en litres par heure (L/h).





Remarque. Pourquoi votre voiture s'abîme-t-elle moins si vous la lavez correctement?

Calculez le nombre de litres d'eau par an (L/a) utilisés pour arroser la pelouse. Convertissez votre résultat en mètres cubes par an (m^3/a).

Nous fertilisons et arrosons la pelouse pour la faire pousser; puis nous la coupons! Toutes ces activités nécessitent de l'énergie! Creusez l'idée et dressez la liste des diverses formes d'énergie nécessaires pour avoir une belle pelouse. En utilisant certains chiffres et renseignements donnés ailleurs dans le texte, essayez d'estimer le nombre requis de joules par an et par mètre carré.

Répondez aux questions suivantes :

1. Quand et pendant combien de temps doit-on arroser une pelouse?

2. Qu'advient-il des précipitations (pluie, neige, etc.) qui tombent sur votre toit chaque année? Est-il possible de les recueillir?

3. Qu'est-ce qu'une citerne?

Piscine

Calculez (estimez) le volume d'eau utilisé par année. Qu'advient-il de l'eau? Est-elle récupérée lorsqu'on vide la piscine?

Remarque. Si votre piscine est chauffée, les calculs à effectuer sont *totalement différents*. Reportez-vous à la section 4 pour les indications de calculs.

Patinoire

Faites-vous une patinoire derrière chez vous en hiver?

Estimez la quantité d'eau utilisée pour «faire» la patinoire au début de l'hiver et pour la conserver en état jusqu'au printemps :

1. *Consommation initiale* – volume (*L x l x h*) en litres.

2. *Entretien* – nombre d'heures d'arrosage multiplié par le nombre de litres utilisés par heure (cf. exercices sur la «pelouse» ci-dessus).

Bien que cette eau ne soit pas «perdue», elle représente néanmoins une utilisation d'énergie. Expliquez pourquoi.

Nous allons terminer cette section par quelques exercices qui illustrent des cas où l'eau est vraiment indispensable.

Jardin, potager et verger

Estimez le nombre de mètres cubes d'eau que vous utilisez par année pour faire pousser des végétaux *autres* que le gazon de la pelouse. Donnez les raisons qui, à votre avis, justifient cette utilisation de l'eau ou s'y opposent. Essayez de déterminer le pourcentage de la consommation totale d'eau représenté, en Ontario, par le secteur agricole.

Boissons et cuisson des aliments

Vous ne vous attendiez peut-être pas à ce que cette utilisation de l'eau soit placée à la toute fin de la section. Que faut-il en conclure à propos de l'importance de cette utilisation de l'eau? Si vous y réfléchissez à la lumière des explications fournies à la section 1, cette utilisation ne constitue-t-elle pas notre besoin principal d'eau? Et pourtant, c'est la satisfaction de ce besoin qui nécessite la consommation d'eau la plus faible.

★ Répondez aux questions suivantes :

1. De quelle quantité d'eau le corps a-t-il besoin en moyenne par jour?

2. Quelle est la principale utilisation de l'eau en cuisine?

3. Expliquez de quelle façon vous préparez, chez vous, l'eau chaude du thé ou du café. Comment faudrait-il chauffer cette eau de façon à économiser tant l'eau que l'énergie?

4. Citez quelques plats dont la préparation demande de l'eau et dont l'eau est le principal ingrédient.

5. Citez quelques aliments dont la préparation (c.-à-d. la cuisson) nécessite de l'eau, qui est ensuite jetée après n'avoir subi qu'une légère diminution de volume par absorption ou ébullition.

6. Dans quels cas les aliments sont-ils cuits à la vapeur? Les aliments absorbent-ils cette eau?

7. Citez quelques-unes des façons habituelles d'obtenir un verre d'eau froide. Sur le plan de l'économie d'énergie, quelle est la meilleure méthode?

Conclusion

★ Si la préparation de boissons et la cuisson des aliments ne nécessitent qu'une si faible quantité d'eau, à quelle évolution des attitudes et des valeurs devons-nous cet énorme besoin d'eau qu'est le nôtre? (Passez en revue les divers groupes d'exercices de la section pour répondre à la question.) À quel changement d'attitudes et de valeurs devrons-nous assister dans notre société avant de pouvoir noter une diminution réelle de la consommation d'eau?

La section suivante indique la façon dont les diverses utilisations domestiques de l'eau présentées dans la présente section s'intègrent dans un modèle global d'utilisation de l'eau.

4. Volume d'eau et énergie – calcul et extrapolations

La section commence par des exercices préparatoires à l'établissement d'un organigramme de la consommation d'eau dans votre maison. Cet organigramme a une grande importance pour les décisions relatives à l'économie de l'eau.

Nous nous pencherons ensuite sur la consommation d'énergie qui va de pair avec les diverses utilisations de l'eau, en nous arrêtant tout particulièrement sur des exercices consacrés à l'eau chaude. Ce sera l'occasion, entre autres, d'étudier les diverses formes d'énergie utilisées pour chauffer l'eau.

Les exercices de fin de section sont consacrés à l'élargissement des concepts à la communauté sur une certaine période de temps, puis aux notions de systèmes, qui ont été présentées dans la première partie.

Contrôle de la consommation domestique d'eau

À présent que vous avez étudié les flux de consommation d'eau dans les diverses parties de votre maison (ou école), passons à l'évaluation de la consommation totale d'eau dans le bâtiment. N'oubliez pas que le bâtiment ne représente qu'un élément du système global d'alimentation en eau.

★ Construisez un organigramme pour votre maison (ou école) semblable à celui de la figure 4.5. Il est préférable d'utiliser les données que vous avez recueillies au cours des exercices précédents. Estimez au besoin certains chiffres et établissez une description aussi complète que possible. La figure 4.5 représente une évaluation estimative pour une famille de 4 personnes dont 2 enfants.

Pour que l'évaluation soit la plus réaliste possible, prenez le cas de votre famille. Comparez votre organigramme avec ceux des membres de votre groupe ou classe. Calculez le pourcentage d'eau consommée dans chaque rectangle de l'organigramme par rapport au total.

★ Si vous possédez un compteur d'eau, reportez-vous au tableau 4.4 et à l'exercice correspondant. Divisez le volume total consommé en une semaine par 7 pour trouver la consommation moyenne en litres par jour (L/j). Travaillez à partir des éléments des exercices de la section précédente dont vous êtes sûr. Comparez vos pourcentages à ceux des membres de votre groupe ou classe. Pouvez-vous expliquer les différences?

La consommation totale d'eau qui se fait chez vous est la somme des utilisations de tous les membres de la famille. En vous servant des renseignements précédents, vous pouvez à présent calculer la consommation quotidienne moyenne d'une personne.

★ Établissez un organigramme pour votre maison *semblable* à celui de la figure 4.5. N'oubliez pas d'utiliser les totaux de la semaine, de les diviser par 7, puis par le nombre de membres de votre famille. L'organigramme sera de ce fait en litres par jour et par personne, et vous pourrez ainsi le comparer à ceux qu'auront établis les membres de votre classe.

★ En regroupant les résultats des autres membres de la classe, construisez un tableau de la consommation «moyenne» domestique d'eau en litres par personne et par jour semblable au tableau 4.7.

Ce tableau vous donnera une idée approximative de la façon dont le membre «ordinaire» de votre communauté utilise l'eau au cours d'une journée «normale». Les résultats peuvent varier grandement selon les cas, mais l'examen du tableau reste intéressant s'il se fait par rapport à la consommation par personne de votre propre foyer.

★ À partir des tableaux précédents, indiquez dans quelles parties de la maison vous devriez instaurer, chez vous, des mesures d'économie d'eau. Faites des recommandations pour chaque partie retenue.

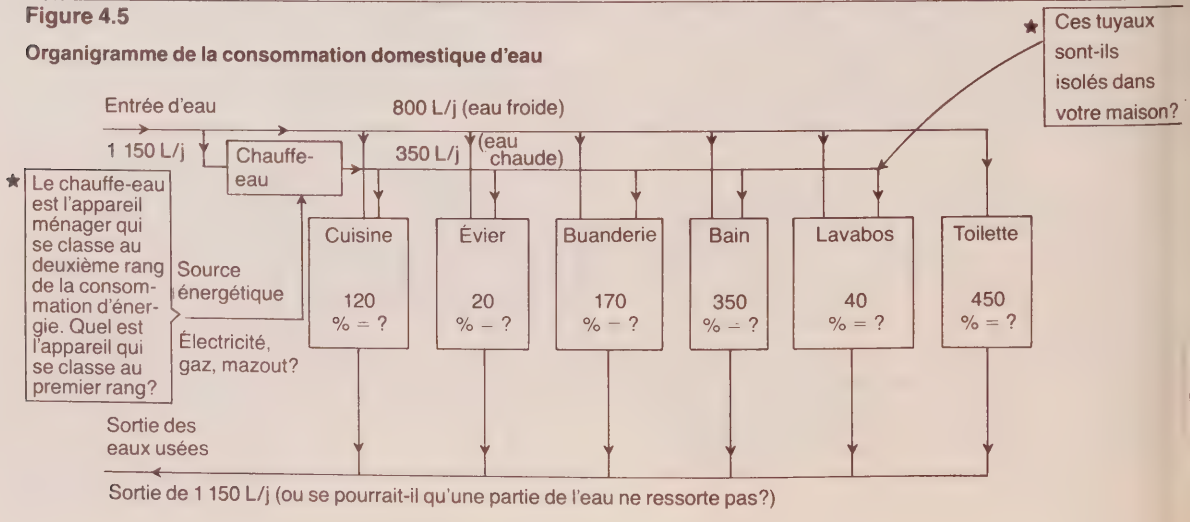
Tableau 4.7

Consommation domestique d'eau par personne (moyenne)

Utilisation	Litres par personne par jour	Pourcentage
Chasse d'eau		
Bains et douches		
Cuisine		
Etc.		
Total		100%

Figure 4.5

Organigramme de la consommation domestique d'eau



Utilisation de vos comptes d'eau et d'eaux d'égout

Si vous êtes alimenté en eau par une entreprise de services publics, celle-ci vous facture vraisemblablement le service tous les deux ou trois mois. Si tel est le cas, vous pourrez facilement, en suivant les instructions des exercices ci-dessous, déterminer de façon précise votre consommation d'eau à l'aide de ces factures.

Demandez à vos parents de vous donner un certain nombre d'anciens comptes d'eau, convertissez les quantités d'eau utilisées en litres et tracez un graphique en tuyaux d'orgue de la consommation d'eau pour la période couverte par les factures. Tracez également un graphique du coût de l'eau et des eaux d'égout. Comment les coûts précédents sont-ils établis? Expliquez tout changement de consommation ou de coût. Quel est le coût de 1 kL ou de 1 m^3 d'eau? (Faites les calculs!)

Répondez aux questions suivantes en utilisant les comptes présentés ci-dessous (ou mieux encore, des comptes d'eau de votre maison) :

1. Combien de jours se sont écoulés entre le premier et le troisième compte?

2. Quelle a été la consommation totale d'eau au cours de la période calculée ci-dessus :

a) en centaine de pieds cubes?

b) en kilolitres (kL) ou mètres cubes (m^3)?

3. Quelle a été la consommation moyenne du ménage en litres par jour?

4. Si cette consommation correspond à une famille de 5 personnes, quelle a été la consommation moyenne en litres par jour et par personne?

5. Quelle est l'explication la plus plausible de la consommation élevée qui apparaît sur le compte d'août?

6. Calculez pour chaque compte le coût d'un kilolitre ou d'un mètre cube d'eau.

7. Calculez pour chaque compte le pourcentage du montant total correspondant aux eaux d'égout.

8. Quelles conclusions pouvez-vous tirer de vos calculs du 6 et du 7?

Consommation d'eau = conversion d'énergie

Avant de parvenir chez vous, l'eau que vous consommez doit être recueillie (puits, rivières, etc.), purifiée et distribuée. Une partie de cette eau est ensuite chauffée à l'électricité, au gaz ou au mazout. Après usage, les eaux d'égout, qui sont essentiellement de l'eau, sont recueillies, purifiées et évacuées. Qui s'occupe de tout cela pour vous? Quelle est la quantité d'énergie utilisée? Ces dernières questions sont complexes, et, même après avoir effectué les exercices de la page suivante, vous n'aurez qu'une vague idée des réponses.

Figure 4.6

Un échantillon de comptes d'eau et d'eaux d'égout

178 0324 000
ACCOUNT NO. DU COMPTE

16 avril
SERVICE TO - AU

PRESENT READING RELEVÉ ACTUEL	PREVIOUS READING RELEVÉ PRÉCÉDENT	CONS. IN 100'S CU. FT. CONS. EN 100'S PI.CU.	REG. NO. NO. DU REG.	FRAIS SERVICE	FRAIS EAU	FRAIS ÉGOUTS
299	279	20	1	0,30	5,31	1,85

178 0324 000
ACCOUNT NO. DU COMPTE

26 août
SERVICE TO - AU

PRESENT READING RELEVÉ ACTUEL	PREVIOUS READING RELEVÉ PRÉCÉDENT	CONS. IN 100'S CU. FT. CONS. EN 100'S PI.CU.	REG. NO. NO. DU REG.	FRAIS DE SERVICE D'EAU SERVICE	FRAIS DE SERVICE D'EAU EAU	FRAIS D'ÉGOUTS ÉGOUTS
358	299	59	1	0,30	23,60	7,89

178 0324 000
ACCOUNT NO. DU COMPTE

18 déc.
SERVICE TO - AU

PRESENT READING RELEVÉ ACTUEL	PREVIOUS READING RELEVÉ PRÉCÉDENT	CONS. IN 100'S CU. FT. CONS. EN 100'S PI.CU.	REG. NO. NO. DU REG.	FRAIS DE SERVICE D'EAU SERVICE	FRAIS DE SERVICE D'EAU EAU	FRAIS D'ÉGOUTS ÉGOUTS
379	358	21	1	0,30	8,40	2,87

L'eau, c'est lourd! (essayez d'en soulever)

★ D'énormes quantités d'énergie sont investies dans l'eau que vous consommez. La plus grande partie de cette énergie sert à faire monter l'eau de sa source jusqu'à votre robinet (pourquoi votre robinet est-il situé plus haut que la source de l'eau?).

Il faut dix joules pour élever un litre d'eau d'une hauteur d'un mètre. Si votre maison se trouve à 30 mètres au-dessus de la source de l'eau et que votre consommation soit de 1 000 litres par jour, calculez l'énergie utilisée pour élever l'eau de la source jusqu'à votre maison en kilojoules et en mégajoules.

★ En utilisant les calculs ci-dessus, estimez le nombre total de kilojoules ou de mégajoules que votre famille consomme par jour. Vous avez déterminé le nombre total de litres consommés quotidiennement dans l'exercice correspondant à la figure 4.5; il ne vous reste plus qu'à estimer la différence de niveau entre votre maison et la source de l'eau (lac, rivière, nappe phréatique) de votre système d'alimentation. Ne vous inquiétez pas, il n'est pas indispensable d'avoir un chiffre exact.

★ Montez des escaliers avec deux seaux d'eau. Déterminez le nombre de litres, la hauteur en mètres et l'énergie dépensée pour monter l'eau en haut des escaliers (déduisez l'énergie que vous dépensez pour monter sans les seaux). Combien de voyages devriez-vous faire avant d'égaler la quantité d'énergie convertie lors du calcul précédent?

★ L'énergie effective nécessaire par litre d'eau est en fait supérieure au chiffre précédent. Essayez d'en trouver l'explication.

Dès que vous ouvrez un robinet, la pression de l'eau créée par l'entreprise de services publics est libérée et l'eau retourne par gravité à l'égout. Toute l'énergie a été convertie. A-t-elle été gaspillée? Cela dépend de la façon dont vous utilisez l'eau!

Traitement de l'eau et des eaux d'égout

★ La purification de l'eau consomme de l'énergie, tout comme l'exploitation et l'entretien du système, le recueillement des eaux d'égout, leur traitement et leur évacuation. Pour obtenir une estimation de cette quantité d'énergie, ajoutez 100 joules par litre utilisé aux totaux obtenus dans les exercices précédents.

★ Vous pouvez maintenant évaluer l'énergie utilisée d'après les exercices que vous avez effectués précédemment en ce qui concerne l'eau froide. Ainsi, vous pouvez juger de la consommation dans un cas particulier ou de la consommation totale d'eau par jour, par semaine ou par année à un endroit donné. Faites le calcul pour une ou deux utilisations (chasse d'eau ou arrosage de la pelouse, par exemple). Calculez la quantité d'énergie par litre par jour, puis par litre par jour et par personne, pour les diverses utilisations de l'eau mentionnées à la figure 4.5 «Organigramme de la consommation domestique d'eau» que vous avez adapté à votre propre situation.

Énergie et eau chaude

Voyons à présent la quantité d'énergie requise pour chauffer une certaine quantité d'eau.

★ Laissez couler les robinets d'eau froide et d'eau chaude pendant quelques minutes (attendez pour cela d'avoir besoin de l'eau!) et mesurez les températures respectives en degrés Celsius. Il faut 4,2 kJ pour augmenter d'1°C la température d'1 L d'eau. Calculez le nombre de kilojoules nécessaire pour chauffer un litre d'eau chez vous. (Il faut, par exemple, 273 kJ ou 0,273 MJ environ pour faire passer la température de 1 L d'eau de 5°C à 70°C.)

$$(1\ \text{L} \times 65°\text{C} \times 4{,}2\ \frac{\text{kJ}}{\text{L}\cdot°\text{C}} = 273\ \text{kJ})$$

★ Estimez la consommation quotidienne d'eau chaude de votre famille en litres. Un ménage de 4 dont 2 enfants consomme en moyenne 360 L/j ou 90 Lppj; calculez à partir de ces chiffres l'énergie requise pour chauffer l'eau que consomme quotidiennement votre famille. Quelle est la quantité d'énergie requise par semaine? par année? (Par exemple, 360 L/j x 0,273 MJ/L x 365 j/a = 35 872 MJ/a $\simeq$ 36 GJ/a!)

Remarque. Si vous avez du mal à estimer votre consommation d'eau chaude, supposez qu'elle représente 30% de la consommation d'eau froide. On peut facilement calculer l'énergie requise pour chauffer une certaine quantité d'eau en utilisant la formule suivante :

$$E = 0{,}0042 \times V \times \triangle T$$

(Le coefficient 0,0042 signifie 0,0042 MJ/L•°C)

E = Énergie requise en mégajoules (MJ)

V = Volume d'eau en litres (L)

$\triangle T$ = Variation de température de l'eau (différence entre l'eau chaude et l'eau froide)

Utilisez cette méthode dans le calcul des deux exercices précédents. Utilisez-la chaque fois que vous désirez calculer la quantité d'énergie consacrée au chauffage de l'eau. Reportez-vous, par exemple, aux exercices de la section 3 sur les douches et bains, sur le lavage de la vaisselle et sur le lavage des vêtements.

★ Reportez-vous aux exercices sur l'énergie consommée par l'utilisation d'eau froide et par le traitement des eaux d'égout. Comparez l'énergie correspondant à l'utilisation d'un litre d'eau froide dans votre maison à l'énergie additionnelle qu'il faut pour la chauffer. Quelles conclusions pouvez-vous en tirer?

★ Complétez les phrases ci-dessous en vous plaçant dans l'optique d'une journée «ordinaire» (reportez-vous au tableau que vous avez construit à partir de la figure 4.5).

1. a) L'utilisation d'un litre d'eau froide dans ma maison demande la conversion de _____ kJ d'énergie.

b) Le chauffage d'un litre de cette même eau demande la conversion de _____ kJ supplémentaires d'énergie.

Remarque. Pour 1 000 litres d'eau, le nombre serait le même, mais exprimé cette fois en MJ.

2. La consommation totale d'eau dans notre maison est de _____ L/j, soit une consommation d'énergie de _____ MJ; _____% de cette quantité ou _____ L/j est chauffée, la température passant de _____ °C à _____ °C. Cela représente une consommation supplémentaire d'énergie de _____ MJ, soit une conversion totale d'énergie par journée «ordinaire» de _____ MJ, ou _____ MJ par personne. Sur une année, ce rythme entraînerait une consommation totale de _____ GJ, ou _____ GJ par personne.

3. Établissez la moyenne du groupe ou de la classe pour les calculs de consommation d'énergie par personne. Avez-vous, à présent, un aperçu complet de la situation?

Retour à la source

Votre réservoir d'eau chaude est probablement chauffé à l'électricité, au gaz naturel ou au mazout n° 2. Faisant l'hypothèse qu'en moyenne :

1 gallon de mazout chauffe approximativement 110 gallons ou 500 litres d'eau.

1 pied cube de gaz naturel chauffe approximativement 1,2 gallon ou 5,5 litres d'eau.

1 kW•h d'énergie électrique chauffe approximativement 4 gallons ou 18 litres d'eau.

Calculez, pour les trois sources, les quantités d'énergie consommée pour chauffer le nombre de litres d'eau chaude que vous utilisez par jour, par année.

Pour être un peu plus précis, transposez les facteurs suivants aux réponses que vous avez obtenues à l'exercice précédent, où on n'a utilisé qu'une variation moyenne de température. Reportez-vous aux exercices de la page 30 et aux indications ci-dessous pour obtenir *votre* variation de température, vos volumes estimatifs et les calculs à effectuer.

1 gallon de mazout nº 2 produit environ 177 MJ.

1 pied cube de gaz naturel produit approximativement 1,116 MJ.

1 kW•h d'électricité produit environ 3,601 MJ.

Les chiffres de ce tableau correspondent à une hypothèse de conversion énergétique de 100%

Malgré tout, ces chiffres manquent encore de précision! Lorsque vous brûlez du gaz naturel ou du mazout, il se produit une déperdition de chaleur, car la combustion et le transfert d'énergie correspondant n'ont pas un rendement de 100%. Le chauffage électrique a un rendement pratiquement égal à 100%, mais ce n'est le cas ni de sa production ni de son transport. Le coefficient de rendement global n'est que d'environ 32%. Cela signifie que les chiffres calculés dans l'exercice précédent sont sous-estimés par rapport à la quantité réelle d'énergie convertie.

Efficacité du chauffage de l'eau

Les figures 4.7 a), b) et c) présentent trois façons de chauffer de l'eau dans une maison.

1. Quelle est la quantité d'énergie convertie en chaleur utile dans la figure a), dans la figure b), dans la figure c)?

2. Quelle est la quantité supplémentaire de gaz naturel requise à la figure a) par rapport à la figure b)?

3. Quelle est la quantité d'énergie perdue dans chacune des trois méthodes? Qu'advient-il de cette énergie?

4. Quelle est la méthode qui utilise le plus efficacement l'énergie? Justifiez votre réponse. D'après vos recherches et résultats, pensez-vous qu'une maison chauffée complètement à l'électricité économise ou gaspille de l'énergie?

5. Selon les compagnies d'électricité, une centrale électrique pollue moins et consomme relativement moins de combustible que le chauffage individuel de maisons à partir de combustibles fossiles. Êtes-vous d'accord? La plupart des centrales électriques limitent-elles réellement la pollution de l'air et réutilisent-elles l'énergie perdue?

6. Doit-on convertir le réservoir d'eau chaude chauffé à l'électricité en un réservoir chauffé au mazout si la maison est chauffée au mazout? Étudiez les avantages et les inconvénients de chaque méthode.

Pour tenir compte du rendement de conversion, vous devez multiplier vos résultats précédents sur les diverses sources d'énergie par les coefficients suivants :

pour un brûleur au mazout, dont le coefficient de rendement est de 65%, multipliez la quantité d'énergie par 1,53;

pour un brûleur au gaz naturel, dont le coefficient de rendement est de 70%, multipliez la quantité d'énergie par 1,42*;

pour l'électricité, dont le coefficient de rendement est de 32%, multipliez la quantité d'énergie par 3.12**.

★ Si vous chauffez votre eau à l'aide de mazout ou de gaz naturel, utilisez les coefficients ci-dessus et vos résultats précédents pour déterminer la quantité totale de combustible utilisée pour chauffer l'eau de votre maison pendant une année.

Coût de chauffage de l'eau

★ Déterminez le coût de l'énergie que vous utilisez pour le chauffage de l'eau. Les coûts***sont de l'ordre de 3¢/kW•h, 50¢/gal ou 0,25¢/pi^3. Convertissez les litres consommés par jour en quantité d'énergie par jour puis en unités de combustible par jour. Calculez le coût par jour et tirez-en le coût par mois ou par an. Quel pourcentage de la facture totale d'énergie consommée par votre maison (gas, mazout ou électricité) le chauffage de l'eau représente-t-il?

Reprenez maintenant certains des exercices sur l'eau chaude et déterminez la quantité d'énergie consommée. Utilisez les équivalents énergétiques de la page 30, correspondant à une journée «ordinaire», et ceux de la section «Retour à la source», même s'ils sont sous-estimés, ou utilisez le facteur de conversion qui vous semble le plus réaliste parmi ceux qui ont été calculés dans les exercices précédents.

Ce robinet qui coule

★ Convertissez les litres d'eau gaspillés en un jour ou en un mois par un robinet qui coule (page 20) en quantité d'énergie perdue. Si vous le désirez, vous pouvez vous servir des indications données dans les exercices «Retour à la source» pour convertir ces chiffres en quantité équivalente de mazout ou de gaz, et des indications de l'exercice ci-dessus pour convertir la quantité d'énergie en coût.

Bain ou douche

★ Déterminez l'énergie que vous consommez pour les bains et les douches pendant une année :

1. Déterminez le volume d'eau en litres que vous utilisez pour un bain ou une douche en vous servant des exercices «Bains et douches» de la section 3 (page 23).

2. Mesurez la température de l'eau et celle de l'eau du robinet d'eau froide, toutes deux en degrés Celsius, et effectuez la soustraction.

3. Reportez-vous aux exercices «Énergie et eau chaude» de la section 4 pour calculer la quantité d'énergie consommée par bain ou par douche (page 30).

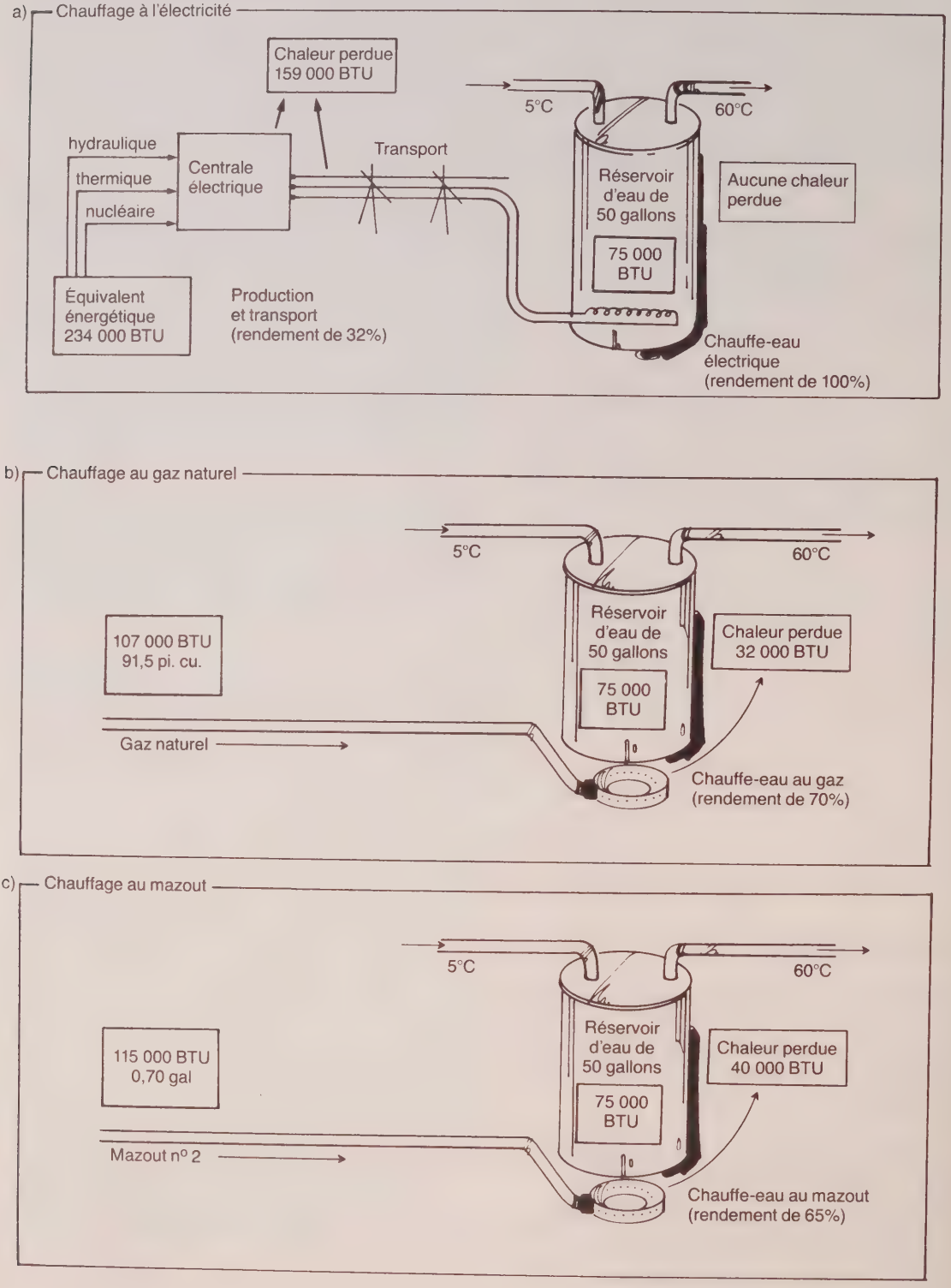
*Cela constitue un coût direct pour le propriétaire de la maison. Qu'advient-il de la chaleur perdue? Est-elle réellement perdue?

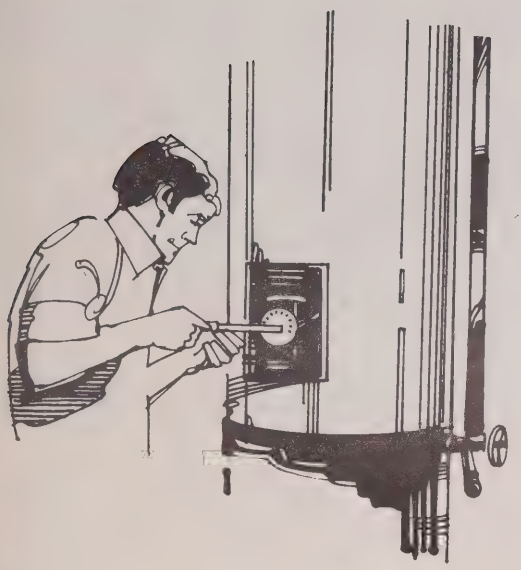
**Dans le cas de l'électricité, la chaleur perdue représente un coût indirect, mais s'en sert-on? Aux fins du calcul du coût direct seulement, supposez que 100% de l'énergie électrique est convertie en chaleur dans l'eau. Ne multipliez pas par 3,12.

***Ne vous y fiez pas! Ils augmentent régulièrement! Utilisez les prix courants si vous pouvez vous les procurer.

Figure 4.7

Efficacité du chauffage de l'eau





4. Multipliez cette quantité d'énergie par le nombre estimatif de bains et de douches que vous prenez dans une année. Faites les calculs pour tous les membres de votre famille; vous pourrez ainsi en déduire le pourcentage de la quantité globale d'énergie utilisée pour le chauffage de l'eau pendant une année qui est consacré aux bains et douches.

Évier de la cuisine

★ Calculez la quantité d'énergie consommée pour remplir d'eau chaude l'évier de la cuisine en vue de faire la vaisselle. Les calculs sont identiques à ceux de l'exercice précédent sur les bains et douches.

Ne faites pas couler de l'eau chaude dans vos tuyaux d'égouts durant l'hiver. Pourquoi? Laissez d'abord refroidir l'eau du bain, de la vaisselle, etc., avant d'enlever le bouchon de la baignoire ou de l'évier. Devez-vous, pour faire bouillir de l'eau, remplir la bouilloire d'eau chaude ou d'eau froide, ou cela n'a-t-il aucune importance?

Tableau 4.8

Consommation d'eau estimative dans divers types d'établissements et de bâtiments

Type d'établissement ou de bâtiment	(gppj)[c]	Type d'établissement ou de bâtiment	(gppj)[c]
Logements		Institutions	
Maisons privées alimentées par des puits individuels ou par un compteur	50 – 75	Type habituel	75 125
Immeubles alimentés par des puits individuels	75 100	Hôpitaux	150 250
Maisons privées alimentées par une entreprise de services publics, sans compteur	100 200	Écoles	
Immeubles alimentés par une entreprise de services publics, sans compteur	100 200	Jour, sans cantine, gymnase ou douches	15
Parties de maison alimentées par des puits individuels, avec un compteur, par chambre	150	Jour, avec cantine ou salle à dîner, sans gymnase ou douches	10 20
Parties de maison alimentées par une entreprise de services publics, sans compteur, par chambre	200	Jour, avec cantine et douches	15 25
		Pensionnat	75 100
Hôtellerie		Théâtres et cinémas	
Motels	50 100	Salle, par place assise, deux représentations par jour	3
Pensions de famille	50	En plein air, y compris le marchand de hot dogs, par voiture ($3^1/_3$ personnes)	3 5
Maisons meublées et centres d'hébergement de touristes	40		
Motels, sans cuisine, par unité	100 – 150	Stations-service	
		Par véhicule servi	10
Terrains de camping		Par groupe de pompes	500
Type pionnier	25		
Pour enfants, installations sanitaires communes	40 – 50	Magasins	
Sans repas	15	Première tranche de 25 pieds de façade	450
Catégorie supérieure, douches privées	100 – 150	Chaque tranche de 25 pieds de façade supplémentaire	400
Roulottes avec toilettes et douches privées, par unité (2 personnes et demie)	125 – 150	Clubs privés en dehors de la ville	
		Type résidence	100
Restaurants (y compris les toilettes)		Type hôtel, avec repas	17 – 25
Moyenne	7 – 10	Bureaux	10 15
Déchets de cuisine seulement	$2^1/_2$ – 3	Usines, déchets sanitaires, par équipe	15 – 35
Service rapide	4	Laveries automatiques, par machine	250 – 500
Service rapide, couverts en papier	1 – 2	Installations de bowling, par piste	200
Bars et salons-bars	2	Piscines et plages, toilettes et douches	10 – 15
Type habituel, par siège	35	Parcs à pique-nique, avec toilettes munies de chasse d'eau	5 – 10
Type habituel, 24 heures, par siège	50	Parcs d'attraction (en fonction de la fréquentation journalière)	1
Taverne, par place	20	Salles de fêtes, par siège	2
Aires de service, par siège au comptoir (autoroutes)	350	Aéroports, par passager	3 – 5
Aires de service, par siège à une table (autoroutes)	150		

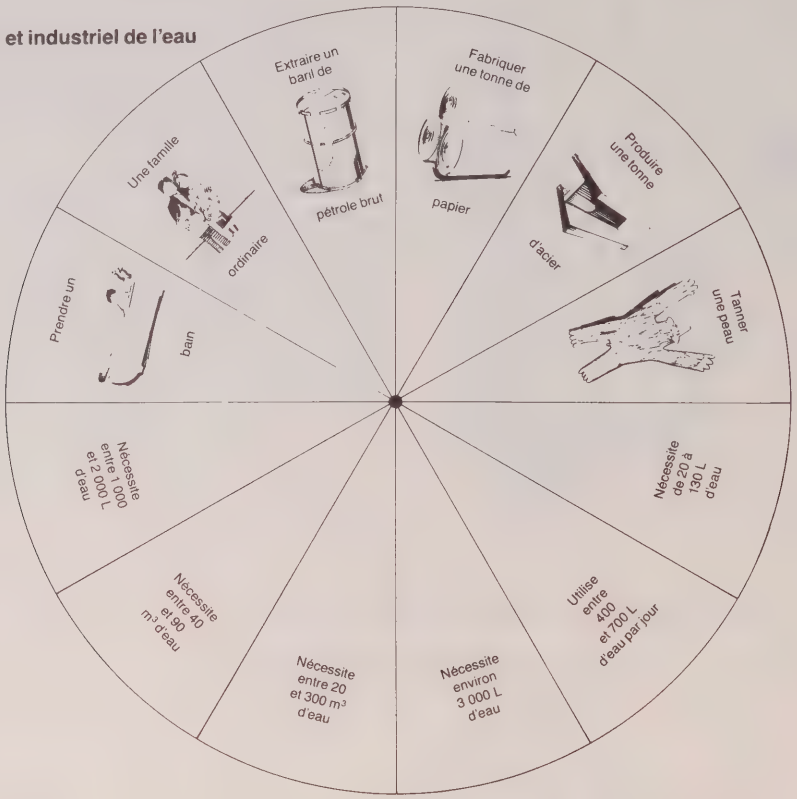
Ajoutez 125 gallons par emplacement de roulotte pour l'arrosage de la pelouse, le lavage de la voiture, les fuites, etc

Remarque Les utilisateurs disposent de l'eau courante (pression), de toilettes munies de chasse d'eau et de lavabos, sauf indication contraire. Ces chiffres sont donnés à titre indicatif; il ne faut pas les utiliser aveuglément. Tenez compte de tout usage continuel ou industriel. Les chiffres sont fournis par personne et par jour, à moins d'indication contraire.

Les élèves devraient convertir ces consommations d'eau exprimées en mesures anglaises en unités du système métrique

Figure 4.8

Usages domestique et industriel de l'eau



Le chauffe-eau

Votre chauffe-eau est muni d'un thermostat. Vous devez le régler à la température la plus basse possible. Les températures maximales requises sont approximativement les suivantes : 60°C pour un lave-vaisselle; 49°C pour la vaisselle; 43°C pour le lavage du linge.

★ Réglez le thermostat à la température minimale requise par les besoins de votre famille. Communiquez avec la compagnie d'eau, de gaz ou de mazout afin de savoir comment vous y prendre.

★ À partir de votre liste sur les travaux ou activités qui nécessitent de l'eau chaude, proposez quelques méthodes de réduction ou de suppression complète de la quantité d'eau chaude utilisée. Discutez-en avec les membres de votre classe ou de votre groupe ainsi qu'avec les membres de votre famille. Efforcez-vous d'appliquer certaines des idées émises lors de ces discussions!

Votre maison ne représente qu'un élément du secteur résidentiel d'alimentation en eau. Les quelques exercices suivants présentent quelques autres «éléments» et «secteurs» du système.

Consommation d'eau par divers établissements

★ Faites quelques recherches en bibliothèque pour déterminer les quantités d'eau consommées par les petites entreprises, les divers secteurs d'industrie, le gouvernement, etc. Procurez-vous quelques exemples au tableau 4.8 (page 33). Essayez d'obtenir des pourcentages, si possible. Citez quelques gros consommateurs. (Écrivez aux institutions qui à votre avis peuvent apporter leur contribution au mouvement d'économie de l'eau.)

★ 1. Comparez, après les avoir converties en litres, les quantités du tableau utilisées pour usage domestique aux valeurs que vous avez obtenues dans le premier exercice de la présente section (page 28).

2. Comparez le volume que votre école utilise quotidiennement aux chiffres du tableau (demandez ces renseignements au responsable des bâtiments de l'école).

3. Comparez, si possible, tous les autres chiffres que vous avez calculés ou les chiffres du tableau à ceux d'une situation «réelle».

Usage industriel de l'eau

Les entreprises industrielles consomment beaucoup plus d'eau que les ménages. Des millions de litres d'eau sont utilisés chaque jour pour fabriquer des produits, chauffer les usines et laver les produits. De nombreuses usines utilisent la même eau plusieurs fois – souvent, il faut la refroidir si elle devient trop chaude ou la chauffer avant de la réutiliser, ou même la purifier.

Une partie de l'eau utilisée dans les usines est incorporée aux produits – c'est le cas des crèmes de beauté, des soupes, des aliments en conserve, etc. Lorsque ces produits sont expédiés dans les magasins, cette eau entre, bien entendu, elle aussi dans le coût du transport. Le public achète ces produits, les utilise, puis, après certaines transformations organiques dans le corps humain, l'eau est restituée et réintégrée dans le circuit.

En vous inspirant de la figure 4.8, essayez de trouver de nouvelles idées pour économiser de l'eau et, par là même, économiser de l'énergie.

Si vous y réfléchissez bien, le système de distribution de l'eau de votre communauté est relié à de nombreux autres systèmes de conversion d'énergie (électricité pour les pompes à eau, essence pour les camions de livraison, etc.), de sorte qu'en économisant de l'eau vous permettez indirectement d'économiser de l'énergie dans ces autres systèmes. Poursuivez cette idée en mettant en évidence l'interrelation entre le système de distribution de l'eau et quelques autres systèmes de conversion d'énergie. Étudiez vos idées avec d'autres personnes : faites porter la discussion sur celles qui concernent directement le rythme de consommation de l'eau.

Les derniers exercices présentent le tableau général que l'on obtient en regroupant tous les éléments des divers secteurs, puis envisagent quelques extrapolations.

Notre demande augmente

Demandez à un élève de communiquer avec l'administration de votre ville ou village pour obtenir les chiffres bruts de la consommation d'eau au cours des dernières années. Construisez un graphique à partir de ces chiffres.

1. Calculez les moyennes mensuelles et annuelles à partir des données recueillies.

2. Déterminez la consommation d'eau par an et par personne en vous servant des estimations de la population pour votre communauté.

3. Calculez la consommation journalière par personne et comparez-la aux résultats de l'exercice fondé sur le tableau 4.7 (page 28). Elle comprend des éléments qui ne figuraient pas dans vos calculs : lesquels?

4. Quel pourcentage de la consommation totale d'eau le secteur résidentiel (votre maison) représente-t-il?

Le tableau 4.9 donne la consommation domestique moyenne d'eau en gallons par personne et par jour pour la ville d'Etobicoke de 1955 à 1971.

★ Calculez l'*augmentation* annuelle moyenne en litres par personne et par jour, pour chaque année, de 1955 à 1960. Comment peut-on expliquer la différence d'augmentation entre cette période et celle qui va de 1965 à 1970? Quelles hypothèses doit-on faire avant d'entreprendre l'extrapolation de ces chiffres jusqu'en 1990?

Le tableau 4.10, qui indique l'augmentation de la population ontarienne, vous permettra de mieux comprendre l'effet global de l'augmentation de la consommation d'eau par personne.

★ Tracez un graphique de la consommation annuelle d'eau. Multipliez les chiffres de la population par les quantités d'eau en litres par personne et par jour du tableau 4.9. Si vous le pouvez, ajoutez une nouvelle échelle et tracez le graphe de la consommation estimative d'eau dans votre communauté pour la même période. Quels sont les facteurs à l'origine de l'augmentation de la population (et ceux qui la freinent)? Discutez avec les membres de votre groupe ou de votre classe des conclusions que l'on peut tirer de ce graphique.

Dans toute communauté, il faut ajouter le secteur domestique à d'autres systèmes, les entreprises industrielles et commerciales, par exemple, pour obtenir la demande globale que doivent satisfaire les systèmes d'alimentation d'eau et d'épuration des eaux d'égout. La section suivante traite des aspects du système auxquels l'utilisateur n'a pas d'accès direct. Ces aspects invisibles constituent de loin la partie du système la plus importante.

Tableau 4.9

Consommation d'eau : ville d'Etobicoke

Année	Consommation totale d'eau (gallons par année)	Consommation totale d'eau (usages industriel, commercial et domestique) (gallons par personne et par jour – gppj)	Population de la ville d'Etobicoke	Consommation domestique d'eau estimative (gallons par personne et par jour – gppj)
1955	2 168 718 000	63,36	93 781	40
1956	2 723 588 000	76,24	99 673	47
1960	3 889 799 000	73,07	145 847	44
1961	4 334 165 000	77,58	153 067	45
1965	6 501 404 000	86,76	205 304	49
1966	7 319 325 000	92,94	215 764	50
1970	11 877 265 000	117,33	277 332	61
1971	12 303 679 000	119,76	281 476	60

Renseignements supplémentaires sur la consommation moyenne estimative d'eau en Ontario pour les usages industriel, commercial et domestique :

(i) *Consommation quotidienne municipale d'eau* (usages industriel, commercial et domestique) par personne (moyenne de l'Ontario : 1976)

Environ *100* gallons

(ii) *Consommation quotidienne d'eau pour usage domestique* par personne (moyenne de l'Ontario : 1976)

Environ *50* gallons

Tableau 4.10

Chiffres estimatifs de la population de l'Ontario

Année	Population totale	Population de Toronto	Votre communauté
1965	6 961 000	1 882 000	—
1970	7 703 000	2 086 000	—
1975	8 331 000	2 887 000	—
1980[a]	9 027 000	3 127 000	—
1985[a]	9 747 000	3 340 000	—
1990	10 433 000	3 530 000	—

[a] Estimation

5. Intervention de l'homme dans le cycle hydrologique

Introduction

L'eau n'est pas une ressource épuisable, car après son utilisation elle est restituée à l'environnement. Par contre, les méthodes d'extraction, d'utilisation et de restitution à l'environnement entraînent toutes la conversion d'énergie.

Les exercices de la présente section traitent des étapes caractéristiques d'un système de purification et d'alimentation en eau et du système connexe de traitement des eaux d'égout. Ces deux sous-systèmes sont ensuite intégrés dans un système plus global, lui-même sous-système du cycle hydrologique.

Le cycle hydrologique

Il y a un échange perpétuel d'eau entre la surface terrestre et l'atmosphère. Cet échange s'accomplit grâce à la chaleur du soleil et à la pesanteur.

Lorsque l'eau est exposée à l'air, l'énergie solaire la transforme en vapeur, qui s'élève, se condense et forme des nuages. Poussés par les courants atmosphériques, les nuages se regroupent ou s'élèvent au-dessus d'une masse terrestre jusqu'à ce qu'ils se refroidissent et se transforment en gouttes de pluie ou en flocons de neige.

Le processus comprend trois grandes étapes : évaporation, transformation de l'humidité en vapeur; transpiration, dégagement d'humidité par les plantes; précipitations, restitution de l'humidité par l'atmosphère. Étudions chaque étape en détail.

Évaporation. Bien que l'humidité se transforme en vapeur sur toute surface en contact avec l'air, les sources les plus importantes d'évaporation sont de loin les océans. Agissant comme une vaste machine productrice de chaleur, le soleil réchauffe l'atmosphère, ce qui se traduit par la transformation d'humidité en vapeur. Sur les continents, le même phénomène se produit avec les cours d'eau, les lacs et même avec l'eau du sol qui, après avoir été attirée à la surface, se transforme en vapeur. La «respiration» des plantes et des arbres fournit également de la vapeur d'eau, mais ce processus, légèrement différent, constitue la deuxième étape du processus hydrologique.

Transpiration. Toutes les formes de vie végétale dégagent de l'humidité par leurs feuilles. Les arbres, à cause de leur taille considérable par rapport aux autres végétaux, dégagent des quantités énormes de vapeur d'eau. Les arbres prennent l'eau dans le sol par les racines. Celle-ci monte sous forme de sève le long du tronc et s'évapore par les milliers de stomates (petits trous) situés sous chaque feuille. On estime qu'un hectare de pommiers peut dégager 1 400 tonnes d'eau en une saison. Par une journée chaude, un pommier de bonne taille peut perdre jusqu'à 4 litres d'eau à la minute.

Précipitations. La quantité de vapeur d'eau que l'air peut transporter sans perte par condensation dépend de la température de l'air. Plus la température de l'air est élevée, plus l'atmosphère peut contenir de vapeur d'eau. Lorsqu'il se produit un refroidissement suffisant, une partie de la vapeur se liquéfie et forme des gouttes qui, du fait de la pesanteur, tombent en pluie. La neige se forme de façon analogue, mais la température est si basse que l'eau gèle lorsque la vapeur se condense. Le refroidissement de la vapeur d'eau dans l'atmosphère se produit de deux façons : lorsque les vents poussent les nuages contre des montagnes ou collines qui les forcent à s'élever vers une couche d'air plus froide; lorsqu'une masse d'air chaud humide rencontre une masse d'air froid.

La pluie qui tombe à la surface de la terre est absorbée soit par les océans, les lacs et les cours d'eau, soit par le sol où elle s'infiltre. Une fois dans le sol, l'eau glisse le long des couches géologiques à travers les particules de terre, de sable ou de gravier jusqu'à ce que la strate débouche sur le versant abrupt d'une colline ou d'une montagne. L'eau jaillit alors du sol, où elle forme une source qui alimente un cours d'eau, puis un fleuve qui se jette à la mer. Une fois sortie du sol, l'eau est de nouveau exposée à l'air et s'évapore : le cycle hydrologique est alors complet.

★ 1. Représentez sur un diagramme le cycle hydrologique. Votre illustration doit mettre en relief le rôle fondamental du soleil, qui est la source d'énergie du système, puis celui, presque aussi important, de la pesanteur.

2. Quels sont les problèmes nés de l'activité humaine, la pollution par exemple, qui commencent à bouleverser le cycle naturel de l'eau?

3. L'eau est-elle une ressource épuisable? D'où vient l'eau que vous utilisez?

Dans de nombreuses parties du monde, y compris au Canada, on commence à constater d'importants changements climatiques. Quels sont-ils? En quoi peuvent-ils influer sur le cycle hydrologique, particulièrement au Canada? Quelles sont les causes de ces changements globaux?

L'homme puise à même le cycle hydrologique

Les rivières coulent dans les vallées; les lacs se trouvent dans les basses terres; les maisons sont construites au-dessus du niveau de l'eau. Dès lors, pour amener l'eau de sa source à son lieu de consommation finale et pour la traiter en vue de son usage domestique, il faut lui faire monter des pentes. Une fois traitée et purifiée, il faut la distribuer par les conduites d'alimentation qui sillonnent votre communauté.

Sous les routes et les rues de la plupart des municipalités se trouve un réseau de conduites de distribution planifié et conçu avec soin.

Comme les artères et les veines du corps humain, les conduites d'eau ont différents diamètres. Les plus grosses sont celles qui partent des usines de traitement et sur lesquelles viennent se brancher des conduites et tuyaux de plus en plus petits. De ceux-ci, enfin, jaillissent des tuyaux de raccordement – souvent de la largeur du pouce – qui amènent l'eau jusqu'aux robinets des résidences.

La circulation de l'eau dans ces kilomètres de tuyaux et le maintien d'une pression positive constante sont assurés par une série de pompes dans la station de pompage à haute pression.

Afin que la pression de l'eau sortant du robinet des usagers soit uniforme, la plupart des systèmes disposent de réservoirs surélevés ou de réservoirs d'accumulation où l'eau est pompée en premier. Un système de tuyaux de retour dessert les unités d'habitation. Lorsque vous ouvrez le robinet, l'eau a déjà fait un long chemin et est passée par les nombreuses étapes de traitement et de distribution. Grâce à la surveillance du ministère de l'Environnement et du service des eaux de la communauté, cette eau est parfaitement potable.

Figure 4.9

Le cycle hydrologique

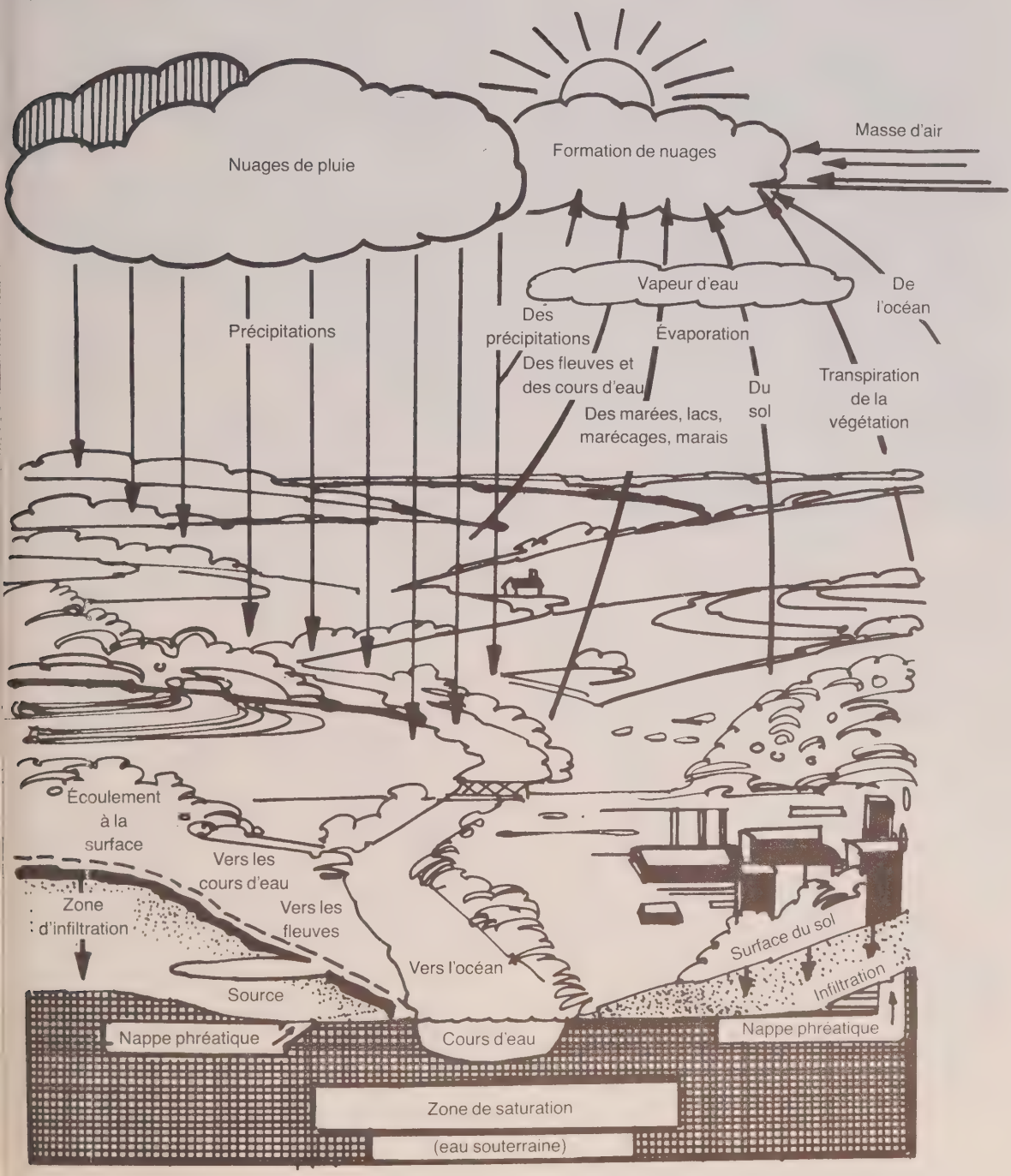


Figure 4.10

Système souterrain de distribution d'eau

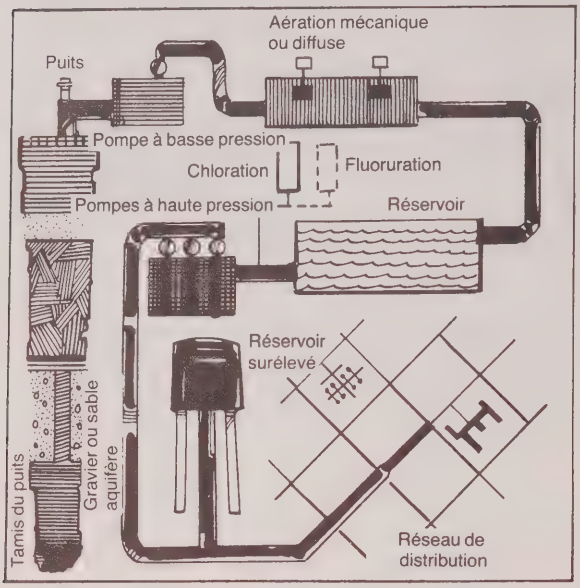


Figure 4.11

Système d'alimentation en surface

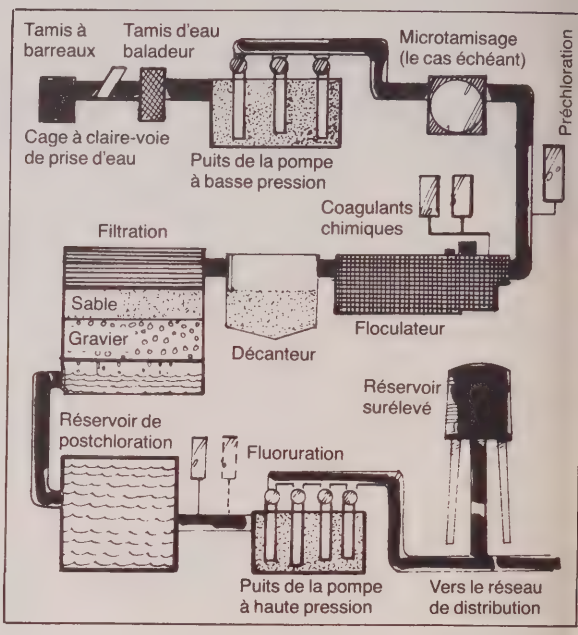


Illustration de Greg McEvoy, élève de *High School of Commerce*, Ottawa, 1977.

L'eau potable? – Ça vient!

Faites le diagramme de votre système d'approvisionnement en eau. Si votre communauté est alimentée par une entreprise de services publics, demandez à votre professeur ou à un élève de la classe de communiquer avec la compagnie pour obtenir des renseignements précis sur le système.

Voici quelques renseignements généraux sur les systèmes d'approvisionnement en eau :

Approvisionnement en eau – Eau souterraine
L'eau brute provient d'une couche aquifère, habituellement du sable ou du gravier. Elle est amenée dans un puits à travers un tamis, qui empêche l'encrassement de l'arbre par des particules. Les pompes de basse pression amènent l'eau à la surface où, si les conditions le justifient, elle est aérée ou traitée chimiquement avant d'être envoyée dans un réservoir de stockage. Après la chloration (et selon le cas la fluoruration), les pompes de haute pression acheminent l'eau directement dans le réseau de distribution ou, le cas échéant, à un réservoir de stockage surélevé d'où elle pourra être distribuée directement.

Approvisionnement en eau – Eau superficielle
L'eau brute puisée à même une source d'eau superficielle (ou de surface) passe tout d'abord à travers un tamis de protection à barreaux, qui retient les gros objets et débris. Un tamis baladeur enlève ensuite les objets solides de moindre importance, puis les pompes de basse pression élèvent l'eau jusqu'à l'usine de traitement. Le cas échéant, l'eau subit un microtamisage qui permet d'arrêter les algues et les grosses particules de matière. Après l'étape de préchloration, on ajoute des coagulants chimiques à l'eau, qui traverse un réservoir de floculation où elle est mélangée doucement avant d'aller reposer dans le décanteur. Toutes les fines particules et poussières encore en suspension dans l'eau sont ensuite enlevées par l'intermédiaire d'un lit filtrant; l'eau est finalement envoyée dans un réservoir. Une fois la post-chloration (et dans certains cas la fluoruration) achevée, l'eau est pompée jusqu'à un réservoir surélevé et envoyée dans le réseau de distribution.

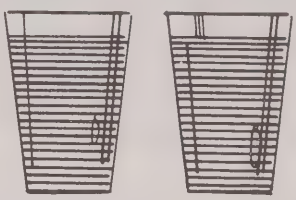
1. Déterminez, par des recherches en bibliothèque, les diverses méthodes de purification de l'eau qui permettent de la rendre potable. Trouvez la méthode utilisée par le système qui *vous* approvisionne en eau.

2. Dressez une liste et, si possible, discutez des diverses sources d'énergie requises par le processus. Servez-vous de l'illustration pour identifier les «esclaves énergétiques» au travail dans le système d'approvisionnement en eau. Y en a-t-il qui ne figurent pas sur le dessin? (Voir p. 38, au bas de la page.)

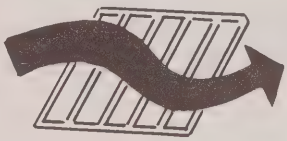
3. La purification de l'eau nécessite la consommation d'une certaine quantité d'énergie par litre. Quels ont été les progrès réalisés ces dernières années en matière d'épuration et de traitement de l'eau? Reste-t-il encore dans l'eau des matières qui ne devraient pas y être? Quelles conclusions en tirez-vous à propos de l'énergie requise pour produire un système efficace et pour continuer à l'exploiter? Explorez cette idée et envisagez les problèmes que pose la croissance du taux de consommation.

Comment obtient-on de l'eau potable?

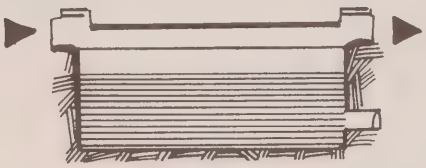
Votre communauté, qui accepte la responsabilité de vous approvisionner en eau potable, doit s'assurer que l'eau est de bonne qualité et que vous ne courez aucun danger en la buvant. Parfois cela n'est pas difficile – lorsque votre lieu d'habitation se trouve près d'une source d'alimentation abondante en eau claire et douce. Une bonne partie de la population vit toutefois près de rivières ou de lacs dont l'eau est trouble ou sale. L'eau polluée doit être traitée avec soin avant de pouvoir être consommée par le public.



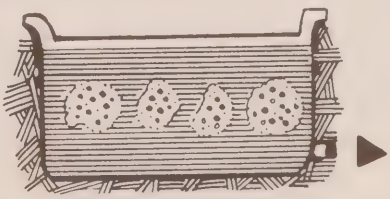
Captée dans un lac, dans une rivière ou, dans certaines régions, dans des puits très profonds, l'eau est tout d'abord filtrée à travers un grillage formé de grosses barres de métal qui empêchent les morceaux de bois, les branches d'arbre ou les gros objets de pénétrer dans l'usine de traitement.



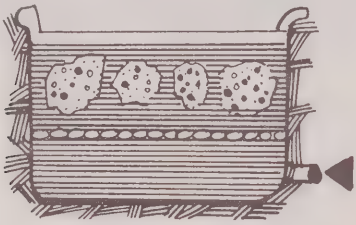
Ensuite, selon ses qualités, l'eau est envoyée dans un réservoir – souvent aussi grand que le salon de votre maison – où des produits chimiques y sont ajoutés. Ces produits chimiques amalgament les fines particules solides en suspension dans l'eau, qui, entraînées par leur poids, se déposent au fond du réservoir. Les boues ainsi formées sont évacuées par le tuyau de vidange.



Les produits chimiques, cependant, ne permettent pas d'enlever tous les corps étrangers qui se trouvent dans l'eau. Un second processus de traitement consiste à faire passer l'eau dans un filtre. L'eau traverse lentement un lit profond de sable et de gravier ou d'autres matériaux, qui sont mélangés de façon que les interstices entre les grains deviennent de plus en plus petits. Lorsque l'eau passe à travers les grains, les minuscules particules de matière sont retenues. Au fond du filtre, l'eau débarrassée de ses impuretés est recueillie et envoyée par un tuyau dans l'un des réservoirs de stockage de l'usine.



Le filtre retient toutes les saletés; il arrive donc un moment où la quantité de boue recueillie empêche l'eau de passer. Les techniciens de l'usine ouvrent et ferment alors une série de vannes et pompent une partie de l'eau propre du réservoir de stockage pour l'envoyer dans le filtre par le bas. Le jet d'eau fait partir toute la saleté, qui est déversée par une conduite spéciale dans le tuyau de vidange.



Lorsque l'eau propre parvient dans le réservoir de stockage, elle est pratiquement prête à la consommation. Il ne reste plus qu'à détruire les éventuels microbes qui auraient pu «résister» au traitement. On ajoute, pour ce faire, une petite quantité d'un produit chimique : le chlore. La quantité versée est la quantité minimale requise pour détruire les microbes et conserver la pureté de l'eau durant son trajet de l'usine à votre maison.

L'eau est à présent potable. Pour vérifier si le chlore est toujours actif et continue à vous protéger, des experts du service d'eau inspectent le réseau de distribution et font régulièrement des prélèvements d'eau dans les tuyaux. Les échantillons sont analysés en laboratoire. La quantité de chlore qu'ils y trouvent s'appelle le chlore résiduel; les analyses ne révèlent généralement qu'une très faible proportion de chlore, environ 3 parties par million.

Le chlore : cet agent exterminateur qui rend notre eau potable

Il ne suffit pas de supprimer les impuretés apparentes de l'eau brute. La source d'eau brute a, en effet, pu être contaminée par des eaux d'égout, et rares sont les sources d'eau, dans le sud de l'Ontario par exemple, qui ne le soient pas.

Ces eaux d'égout peuvent contenir les résidus d'une exploitation agricole, d'un groupe de maisons de la municipalité ou d'une ferme d'élevage. Dans chaque cas, l'eau risque de contenir des bactéries pathogènes, organismes dangereux pour la santé des humains et des animaux.

Pour protéger la qualité de l'eau, le ministère de l'Environnement exige que tout système d'approvisionnement en surface soit traité au chlore. Dans certaines usines de traitement, du chlore est ajouté avant et après le traitement de l'eau, afin de détruire toute prolifération de micro-organismes en cours de traitement à l'usine même. L'addition principale de chlore se fait cependant lorsque l'eau sort des filtres; la quantité est calculée de façon qu'après avoir neutralisé toutes les bactéries dangereuses contenues dans l'eau, il reste ce que l'on appelle le chlore résiduel. On a ainsi la certitude d'avoir suffisamment ajouté de chlore et de fournir à la population une eau bonne à boire.

La chimie et la désinfection de l'eau

Le chlore (Cl_2) est généralement extrait par électrolyse d'une solution de chlorure de sodium (NaCl) (le sel ordinaire). Il est utilisé industriellement sous forme de gaz liquéfié sous pression; il se vaporise à -34°C. À l'état gazeux, le chlore est vert-jaune et dégage une odeur violente.

L'addition de chlore à l'eau produit la réaction chimique suivante : $Cl_2 + H_20 = H0Cl + HCl$, soit : chlore plus eau égale acide hypochloreux plus acide chlorhydrique.

L'acide chlorhydrique est neutralisé par les carbonates qui se trouvent à l'état naturel dans l'eau. L'acide hypochloreux est un puissant désinfectant. Une partie de l'acide sert à tuer les bactéries contenues dans l'eau. Le résidu reste dans l'eau où il constitue une sorte de marge de sécurité qui empêche la prolifération de bactéries dans l'eau jusqu'à ce que cette dernière parvienne à l'usager.

Le résidu peut prendre deux formes – soit un résidu combiné, soit un résidu libre. Sous la forme combinée, l'acide hypochloreux se combine à l'ammoniaque (qui se trouve dans la plupart des eaux) pour tuer, en un temps relativement long, les bactéries; il est toutefois très stable. Ainsi, pour un important réseau d'approvisionnement en eau, il est préférable d'avoir un résidu combiné dans le système afin d'obtenir une protection efficace depuis l'usine de traitement jusqu'au point de consommation le plus éloigné.

Si l'on ajoute une plus grande quantité de chlore, la quantité d'acide hypochloreux n'est plus neutralisée en totalité par l'ammoniaque. L'acide hypochloreux devient alors un résidu libre qui est moins stable que le résidu combiné, mais qui tue par contre beaucoup plus vite les bactéries.

Le maintien d'un niveau de chlore résiduel suffisant est la seule façon de conserver réellement la pureté de l'eau. La présence du résidu prouve que la quantité de chlore versée dans l'eau a été suffisante pour la désinfecter complètement.

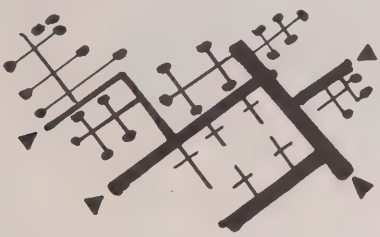
★ À présent, faites une enquête sur le fluor : comment et pourquoi ajoute-t-on du fluor dans de nombreux réseaux d'approvisionnement en eau? Joue-t-il le même rôle que le chlore ou a-t-il un rôle différent? De quelle façon joue-t-il son rôle?

The R. W. B. Jackson Library OISE

Loin des yeux, loin du coeur?

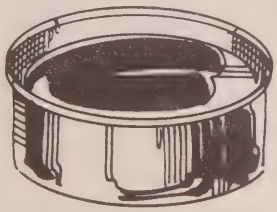
Après avoir utilisé de l'eau, vous la laissez s'écouler par le tuyau d'évacuation. Vous soulevez le bouchon de l'évier ou utilisez la chasse d'eau, et hop! L'eau sale tourbillonne et disparaît. Mais où va-t-elle et qu'arrive-t-il à ces eaux résiduaires?

Où vont les eaux résiduaires?
Après être sorties de chez vous, les eaux résiduaires sont acheminées par un réseau de tuyaux jusqu'à l'usine municipale de traitement des eaux résiduaires. En chemin, les tuyaux recueillent les eaux résiduaires de nombreuses autres maisons et usines et les déversent finalement dans l'égout principal, dont le débit, en arrivant à l'usine de traitement, est presque égal à celui de l'eau propre pompée par un autre tuyau qui, celui-là, part de l'usine en direction de la communauté.

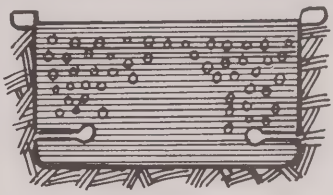


Une fois dans l'usine, les eaux résiduaires subissent de nouveau le processus de purification et de traitement. Une fois de plus, l'eau passe, dans un premier stade, à travers la grille de barreaux de métal, qui retient les chiffons et les gros déchets.

L'eau va ensuite dans un réservoir où elle repose. L'absence de fortes agitations ou de vagues permet aux matières solides de se déposer au fond où elles forment une boue épaisse. Cette boue est pompée jusqu'à un autre réservoir, où elle subit un nouveau traitement avant d'être transportée par camion sous forme liquide ou solide jusqu'à des exploitations agricoles, qui s'en servent comme engrais. L'eau du réservoir, qui contient encore de nombreuses impuretés, déborde lentement dans un canal par où elle coule jusqu'au centre de traitement suivant, qui est très particulier.

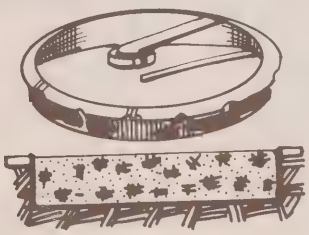


De l'air, en grande quantité, est injecté dans l'eau – comme lorsque vous faites des bulles dans un verre d'eau avec une paille. Les bulles se forment au fond du réservoir, là où se trouvent les tuyaux d'arrivée et, en montant à la surface, remuent et agitent vigoureusement l'eau. Dans d'autres systèmes, une machine semblable à un mélangeur géant remue la surface de l'eau et mélange les déchets dans le réservoir.



L'air injecté dans l'eau favorise la prolifération d'un type particulier de bactérie qui en se développant détruit les éléments nocifs qui se trouvent encore dans l'eau. Ces «microbes» qui nous aident à purifier l'eau ne pourraient pas vivre sans l'apport d'air. Lorsque l'eau quitte le réservoir, après y être restée pendant plusieurs heures, elle est beaucoup plus claire.

Elle n'est cependant pas encore prête à retourner dans le lac ou la rivière. Elle contient encore des particules très petites de déchets, des particules qui sont presque trop petites pour être visibles. On les supprime en plaçant l'eau dans un nouveau réservoir où on la laisse reposer. Comme précédemment, les petites particules se déposent au fond et sont enlevées; l'eau, à présent claire, se déverse par le haut du réservoir. Une dose de chlore y est injectée pour tuer les microbes restants, puis l'eau est déversée dans un lac ou une rivière où elle se mélange à ses eaux.



Il ne reste plus à présent qu'à traiter les boues, pompées du fond des deux réservoirs où l'eau a reposé. Les boues sont conservées dans de grands réservoirs circulaires hermétiquement fermés. Là, en l'absence de tout oxygène, se multiplie un autre type de bactérie qui transforme les boues en engrais utilisable par les fermiers pour enrichir la terre de leur champs.

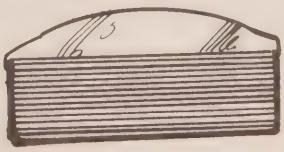


Figure 4.12

Contrôle de la pollution – Traitement primaire

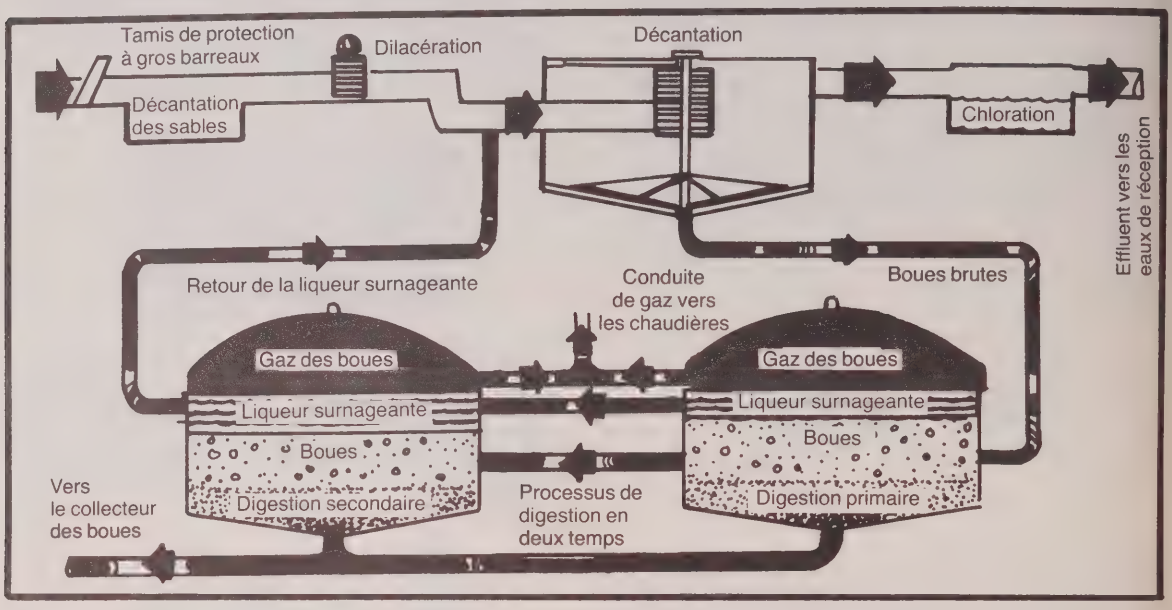
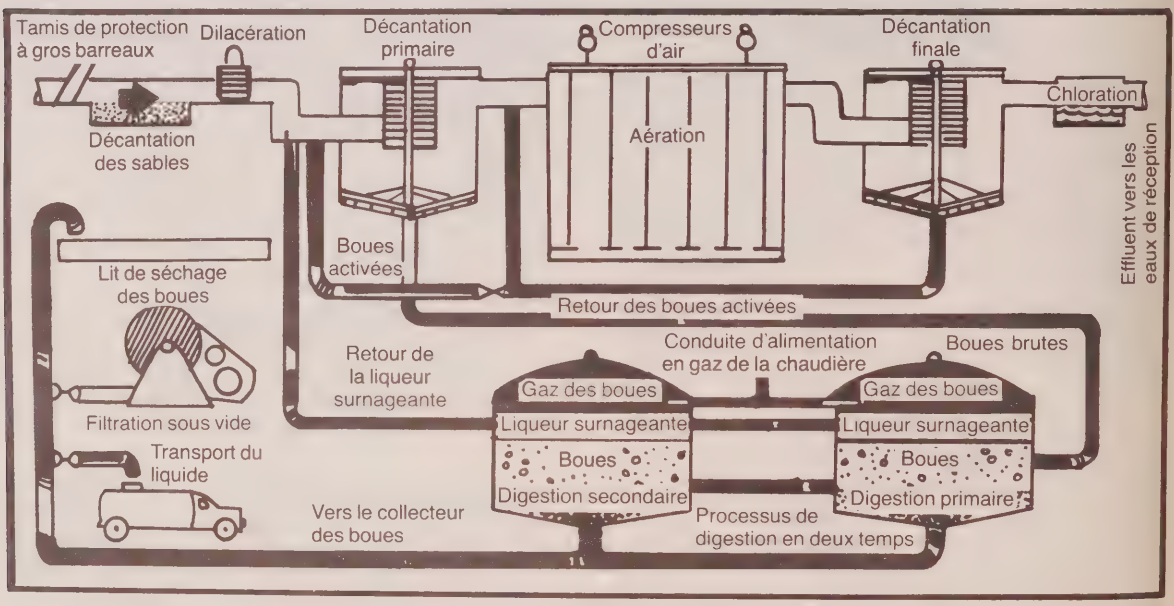


Figure 4.13

Contrôle de la pollution – Traitement secondaire



Tracez un diagramme de votre système d'épuration des eaux d'égout. Si le travail est effectué par une entreprise de services publics, demandez à votre professeur ou à un élève de la classe de se renseigner auprès d'elle sur les méthodes qu'elle utilise. Voici quelques renseignements généraux sur l'épuration des eaux d'égout :

Traitement primaire
Le traitement primaire est par nature mécanique. Les réservoirs de décantation débarrassent les eaux usées des matières décantables, du chapeau d'écume et de la graisse. Ce type de traitement ne s'utilise que dans le cas où il satisfait aux normes de qualité de l'eau de l'utilisateur ou des eaux de réception.

Les décanteurs (clarificateurs) équipés de dispositifs d'épuration des boues et des écumes retiennent pendant environ deux heures les eaux usées qui y sont déversées. Les particules en suspension se déposent au fond des décanteurs, où elles sont récupérées par des pompes et conditionnées avant leur évacuation. Les boues sont amenées par pompage jusqu'à un digesteur ou à un autre dispositif de traitement, où elles sont traitées ou déshydratées avant leur évacuation.

Le traitement primaire précède généralement l'épuration biologique qui s'effectue dans des usines secondaires.

En résumé : Le traitement primaire débarrasse les eaux usées des particules, des écumes et des graisses les plus lourdes. L'effluent obtenu est d'une qualité moindre que si le traitement avait été complet. Le pourcentage des matières enlevées varie entre 40 et 60%.

Traitement des boues activées
Le processus de boues activées est une méthode d'épuration biologique complète qui donne un effluent de grande qualité.

Ce processus secondaire suit généralement l'étape de traitement primaire. Il débarrasse les eaux usées des particules fines, en suspension ou dissoutes.

Des communautés biologiques de micro-organismes naissent et se développent dans des bassins d'activation alimentés par une quantité appropriée d'oxygène. L'air est fourni par des compresseurs et amené directement dans les bassins par canalisation, ou par des agitateurs mécaniques qui agitent et brassent la surface du liquide afin d'introduire l'oxygène de l'atmosphère dans les eaux du bassin. L'air comprimé ou l'agitation fournit non seulement l'oxygène dissous dont ont besoin les micro-organismes, mais également un tourbillon qui empêche le dépôt des solides.

L'assimilation des impuretés organiques par les micro-organismes se traduit par la formation de boues légères et floculentes qui se décantent facilement. Ces boues sont le terrain de multiplication des bactéries, grâce auxquelles le processus se poursuit. On appelle ce floc de boues, boues activées, à cause des communautés biologiques qui s'y développent.

Les bassins de décantation finale permettent de retirer et de récupérer ce floc de boues. Lorsque l'effluent provenant des bassins d'activation traverse ces décanteurs, le floc de boues décanté est récupéré et réintroduit dans les bassins d'activation, au moyen de pompes ou d'éjecteurs à air comprimé, où il se mélange avec l'effluent provenant des décanteurs primaires.

En résumé : Les micro-organismes reçoivent de l'oxygène et oxydent les fines particules organiques en suspension et dissoutes dans les eaux usées. Ce processus fournit une purification de grande qualité et un effluent clair. La quantité des matières supprimées varie entre 90 et 95%.

Traitement d'aération prolongée
L'aération prolongée constitue une autre méthode d'épuration biologique qui produit un effluent de grande qualité.

Le procédé est identique à celui des boues activées pour ce qui est de la partie biologique, par contre il n'y a pas de phase de décantation primaire et les matières des eaux usées sont oxydées grâce à une période d'aération prolongée.

Traitement tertiaire
Les effluents de l'usine de traitement secondaire peuvent avoir des effets néfastes sur les organismes vivants des cours d'eau dans lesquels ils sont déversés à cause des niveaux d'oxygène dissous. Ces déversements peuvent également provoquer une croissance excessive des algues et des autres plantes aquatiques.

Pour éviter ces risques de dégradation, on a conçu un nouveau type de traitement perfectionné appelé traitement tertiaire; ce troisième stade dit de «polissage» est utilisé, après les étapes classiques de traitement secondaire, pour parachever la destruction des matières organiques contenues dans l'eau. Cette étape améliore, sur le plan de la quantité d'oxygène dissous, les conditions des eaux dans lesquelles se déversent les effluents. Le traitement tertiaire permet également de réduire la quantité d'éléments nutritifs sur lesquels repose la croissance des algues.

Le traitement tertiaire peut prendre un grand nombre de formes. Ce troisième stade d'épuration des eaux usées est toujours adapté aux besoins particuliers des eaux dans lesquelles les effluents se déversent.

Chloration
Des installations de chloration désinfectent l'effluent avant son évacuation de l'usine. Dans la plupart des cas, la désinfection se produit dans un bassin de chloration. L'effluent final est retenu dans ce bassin de 15 à 30 minutes afin d'assurer un contact suffisamment prolongé avec le chlore. La chloration s'effectue parfois dans l'émissaire qui conduit l'effluent de l'usine aux eaux de réception, pratiquement de la même façon que dans le bassin de chloration.

Méthodes d'évacuation des déchets

Nous l'avons vu, ce sont les toilettes qui consomment le plus d'eau. C'est pourquoi il serait peut-être bon de se pencher sur la question du traitement des déchets humains.

Il y a plusieurs façons de classer les systèmes d'évacuation des déchets. Une méthode consiste à les différencier selon les procédés appliqués aux déchets humains.

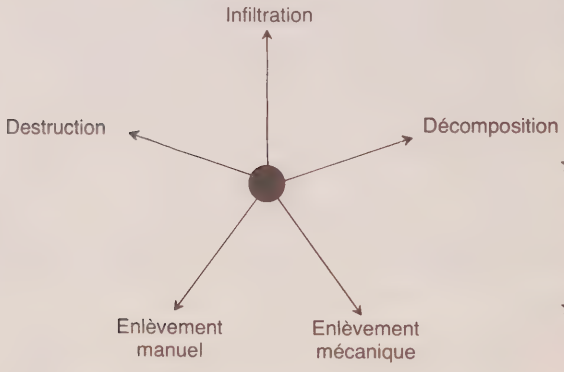
Infiltration. C'est la méthode la plus ancienne, et encore probablement la plus utilisée, d'évacuation des déchets. Les déchets fermentent dans une fosse et sont libérés dans le sol où ils s'infiltrent. Cette évacuation peut se faire avec de l'eau ou sans eau. Signalons que la digestion ralentit à de basses températures. Par ailleurs, la capacité d'absorption du sol peut varier et n'est pas illimitée : il faut donc prévoir une surface suffisante pour la dispersion de l'effluent. Des problèmes sanitaires peuvent apparaître si des germes pathogènes s'infiltrent dans les réservoirs d'eau.

Enlèvement manuel. La méthode d'infiltration est inapplicable dans trois cas particuliers : température trop froide, sol d'une faible porosité, trop forte densité de population. La méthode la plus communément utilisée dans ces cas consiste à enlever manuellement les déchets et à les déposer à une certaine distance dans une fosse de lessivage ou dans un étang d'eau usée. Les odeurs et les risques de contamination sont habituellement supprimés par l'addition de produits chimiques aux déchets avant leur évacuation. Généralement, ces systèmes n'utilisent pas d'eau.

Enlèvement mécanique. La forte densité de population des villes interdit l'utilisation de la technique d'infiltration et habituellement aussi celle d'enlèvement manuel, car souvent le point de déversement (rivière, mer ou usine de traitement) est trop éloigné. Par contre, la concentration de personnes et de ressources permet aux municipalités d'effectuer d'importants investissements dans des réseaux de routes, d'égouts et d'approvisionnement en eau; c'est pourquoi on utilise des méthodes mécaniques d'enlèvement des déchets des unités d'habitation. Souvent, ces méthodes nécessitent de grandes quantités d'eau.

Destruction. Les déchets humains et animaux ont, depuis des temps immémoriaux, servi de combustible. Récemment, cette méthode d'évacuation des déchets a donné naissance aux toilettes incinératrices. Cette méthode, qui est nouvelle et encore peu utilisée, a l'avantage de ne pas consommer d'eau et d'être hygiénique; par contre, elle peut contribuer à la pollution de l'air et demande une forte conversion d'énergie.

Figure 4.14
Méthodes d'évacuation des déchets



Décomposition. Cette méthode peut se substituer avantageusement à celle de la putréfaction anaérobique des déchets, mécanisme qui se produit dans toute fosse septique. En effet, les fosses présentent un grave inconvénient : à cause de l'absence d'oxygène et de production de chaleur, les bactéries pathogènes et les autres parasites arrivent à survivre six mois. Par contre, dans la décomposition aérobique, les températures élevées dégagées par les réactions d'oxydation détruisent les microbes pathogènes en quelques heures. Bien qu'elle soit comprise depuis quelques années déjà, peu de recherches ont été faites sur cette méthode d'évacuation des déchets; elle a cependant un grand avenir, car elle représente non seulement une méthode efficace d'évacuation des déchets, mais également une source intéressante de production d'engrais.

★ Sur quelle méthode est bâti le système d'évacuation des déchets de votre maison? Choisissez ou imaginez une méthode plus «économique» que celle-ci. Proposez quelques méthodes d'évacuation des déchets qui pourraient avantageusement remplacer les méthodes actuelles; précisez dans quel contexte (densité de population, milieu rural ou urbain, etc.) elles seraient particulièrement efficaces.

Le système en expansion

★ Tracez un diagramme semblable à celui de l'illustration de la page 45 «Système d'approvisionnement en eau et de traitement des eaux usées», mais adapté à votre propre maison. Indiquez l'emplacement et l'adresse des usines de traitement des eaux et de traitement des eaux usées. Où se trouve le château d'eau le plus proche de votre maison?

★ Demandez à votre professeur de mettre sur pied une visite de classe dans les usines susmentionnées. Redessinez le diagramme de l'exercice précédent sous la forme, cette fois, d'un organigramme, composé de rectangles représentant les divers stades du processus. À côté de chaque rectangle, indiquez quelques-unes des sources d'énergie requises pour assurer le débit du système. Les quantités d'énergie indiquées devraient être ajoutées à celles que vous avez calculées dans les exercices de la section 4 relatifs à la consommation d'eau froide et d'eau chaude dans votre maison!

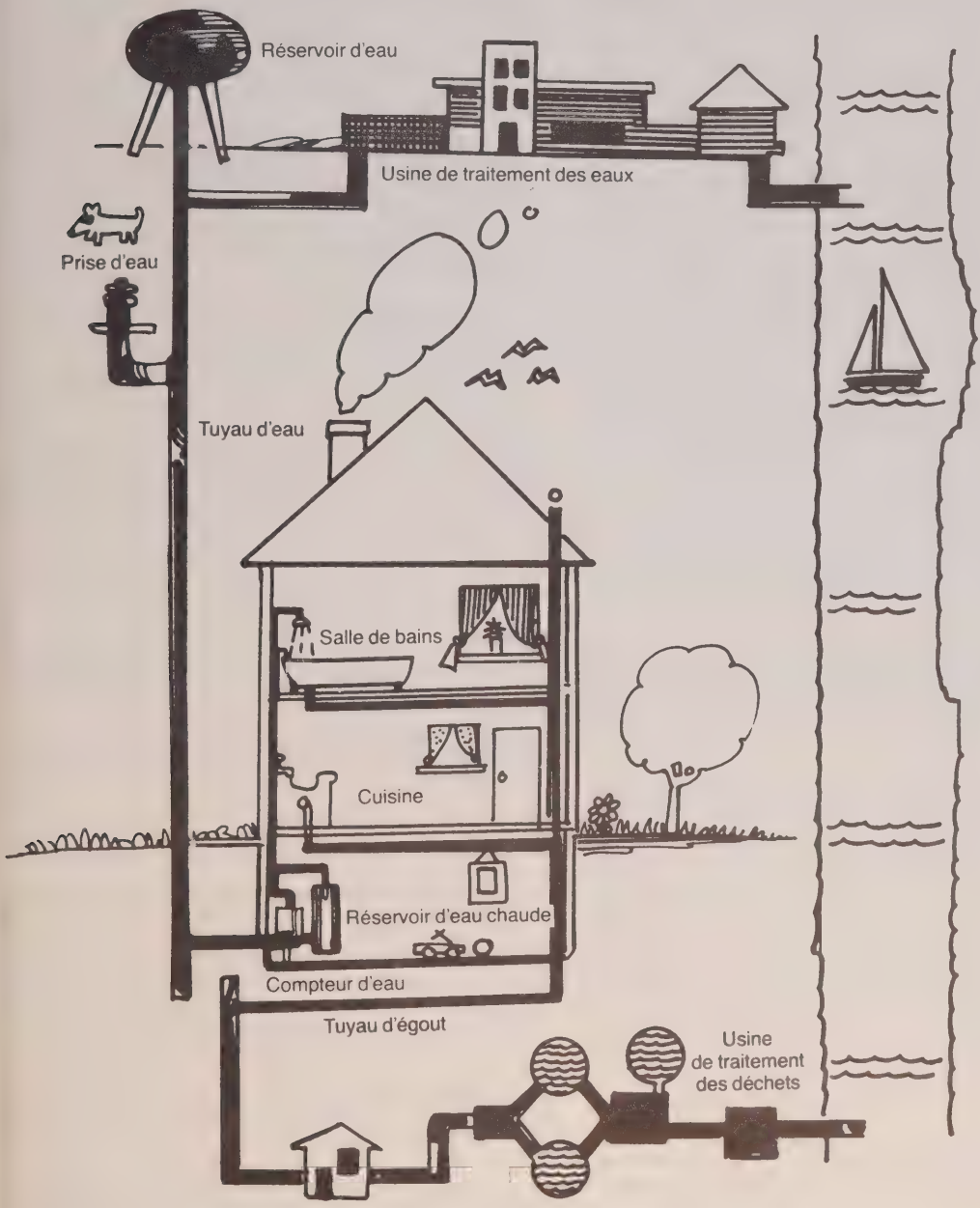
★ Réfléchissez à la quantité d'énergie requise pour mettre sur pied un système d'approvisionnement en eau et de traitement des eaux usées ainsi qu'aux ressources naturelles qu'il faut convertir pour obtenir cette énergie. Citez-en quelques-unes.

Systèmes intégrés

★ À partir de votre étude sur l'utilisation de l'eau, suggérez quelques systèmes d'approvisionnement et de traitement des eaux qui pourraient se substituer aux systèmes actuels. Peut-on recycler l'eau en utilisant moins d'énergie? Faites quelques recherches sur le programme canadien CAN WELL.

Comme nous l'avons vu, le système d'approvisionnement en eau et d'évacuation des eaux usées de votre maison est directement relié au cycle hydrologique de la planète. Que pouvez-vous faire, personnellement, pour diminuer la demande de conversion d'énergie de ce système?

Figure 4.15
Système d'approvisionnement en eau et de traitement des eaux usées



6. Plan d'action

Introduction

La présente section contient certains exercices qu'il est préférable d'effectuer à la fin de votre étude sur l'eau. Par ailleurs, nous avons joint plusieurs sujets de recherche pour les élèves qui seraient intéressés à creuser la question.

Nous espérons qu'après cette étude, vous aurez une bonne idée de la complexité des procédés de purification de l'eau, d'approvisionnement en eau, de collecte et de traitement des eaux usées. C'est notre ignorance de ces procédés «cachés» de conversion de l'énergie et nos décisions irrationnelles en matière de consommation d'eau qui résument, en un sens, deux des plus grands problèmes actuels de notre société de consommation.

Actions à entreprendre en conclusion de l'unité d'étude

★ Une fois que votre groupe ou classe a effectué tous les exercices de l'unité d'étude et a eu l'occasion de discuter des résultats obtenus, reportez-vous aux droites des valeurs réalisées pour les trois questions de l'exercice intitulé «Qu'en pensez-vous?» de la 1re section. Inscrivez à nouveau votre position personnelle et celle du groupe sur chaque droite des valeurs.

★ Dressez à la suite de votre étude une liste des changements d'attitude ou de valeurs qui sont des conditions préalables à l'instauration de saines pratiques d'économie de l'eau en Ontario. Indiquez, dans chaque cas, s'il s'agit de changements réalistes (par opposition à utopiques), à court terme (quelques années) ou à long terme (vingt ans ou une génération).

★ Servez-vous de tout ce que vous avez appris pour rédiger des directives (une page) en matière d'économie de l'eau chez vous. Faites-en des photocopies et distribuez-les dans les maisons de votre communauté. N'oubliez pas d'en afficher quelques copies chez vous!

★ Dressez une liste de suggestions que pourrait mettre à profit votre école pour économiser de l'eau. Discutez-en avec le conseil des élèves, le responsable des bâtiments scolaires et le directeur et mettez sur pied des plans d'action.

★ Dressez une liste à part de choses bien précises qui peuvent être faites pour réduire la consommation d'eau dans les activités de forte consommation que vous avez mises en évidence au cours de votre étude. Commencez par mettre en application ces directives chez vous avant de distribuer la liste autour de vous!

★ Lancez l'opération «Réduction de la contenance des chasses d'eau» dans votre école ou communauté. Apprenez de quelle façon vous y prendre, puis offrez vos services à la communauté, en faisant le travail directement ou en apprenant aux autres à le faire.

★ Voici l'emploi à temps partiel que vous rêviez de trouver! Si vous ne pouvez pas faire le travail vous-même, proposez-vous au moins comme conseiller :

1. réparation des robinets qui fuient,

2. isolation de la partie accessible des tuyaux d'eau chaude,

3. vérification de la température de l'eau chaude et réglage du thermostat sur le chauffe-eau,

4. réduction de la contenance utile des chasses d'eau,

5. suggestion d'idées en matière d'économie d'eau (cf. les exercices précédents).

Dorénavant, chaque fois que vous utilisez de l'eau, évitez le gaspillage de cet élément vital!

Sujets de recherche pour les «mordus»

★ La liste ci-dessous regroupe quelques domaines à creuser pour ceux qui désirent approfondir la question :

1. Pourquoi l'eau est-elle nécessaire à toute forme de vie sur terre?

2. Quelles sont les utilisations possibles de l'eau de pluie et des autres formes de précipitations qui tombent sur le toit des maisons?

3. Faites des recherches sur les nouveaux types de latrines qui fonctionnent sans eau.

4. Quelles sont les propriétés de l'eau qui en font une ressource exceptionnelle?

5. Quels types de savon, détergent, etc. sont biodégradables (que signifie le mot)?

6. Sur quel principe fonctionnent les pommes spéciales de douche qui réduisent le volume d'eau utilisé? Trouvez un magasin qui en vend, demandez le prix de ces articles et rédigez un tract publicitaire que vous pourriez distribuer.

7. Dressez une liste de recommandations sur le lavage à l'eau froide et sur le choix de vêtements qui ne nécessitent que peu de lavages.

8. Pourquoi les machines à laver automatiques avec porte sur le devant consomment-elles la moitié moins d'énergie que celles qui se remplissent par le haut?

9. Expliquez la notion de lignes de partage des eaux et déterminez celles qui existent en Ontario. Dans laquelle vous trouvez-vous?

10. Quel est le rôle de la glace et de la neige dans le cycle hydrologique?

11. Faites une étude qualitative chez vous des déchets déversés dans l'eau.

12. Comment les industries, les entreprises et les autres secteurs de la société utilisent-ils l'eau et quels sont les pourcentages correspondants? Quelles sont les mesures d'économie de l'eau appliquées et applicables dans ces secteurs?

13. Dressez les plans d'un chauffe-eau solaire utilisable dans les chalets d'été. Essayez de déterminer si le principe serait applicable à une résidence principale.

14. Si vous pensez que le chiffre 13 porte malheur, trouvez vous-même quelques sujets de recherche supplémentaires.

7. Précisions complémentaires

Glossaire

Artésien. Terme utilisé pour décrire les eaux souterraines enfermées sous pression entre des couches de roches imperméables. Un puits artésien est un puits qui renferme de l'eau artésienne.

Bactéries pathogènes. Bactéries qui causent des maladies.

Bassin hydrographique. Zone géographique à l'intérieur de laquelle toutes les eaux superficielles s'écoulent vers un fleuve ou une rivière par ses affluents.

Besoin biochimique d'oxygène. Quantité d'oxygène dissous (en parties par million) dont ont besoin les organismes et que requiert la décomposition biochimique aérobique des matières organiques de l'eau.

Besoin vital en eau. Il est important de distinguer les besoins vitaux des besoins courants en eau. Les besoins vitaux correspondent à la quantité d'eau nécessaire à toute vie. Ainsi, le corps a besoin d'un litre d'eau par jour pour pouvoir remplir ses fonctions biologiques.

Coliformes. Groupe des «coli aérogènes». La colimétrie permet de déterminer la présence de bactéries coliformes fécales dans les eaux usées.

Condensation. Passage de l'eau de l'état de vapeur à l'état liquide.

Cône de dépression. Ride conique de la nappe phréatique entourant un puits, causée par le pompage.

Couche aquifère. Couche de pierre, sable ou gravier généralement horizontale, à travers laquelle l'eau peut passer.

Cycle hydrologique. Processus de circulation constante de l'eau entre les océans, l'atmosphère, la terre et de nouveau les océans.

Décanteur. Bassin artificiel servant à recueillir les sédiments d'une rivière avant l'écoulement de l'eau dans un réservoir.

Eau potable. Eau que l'on peut boire. L'eau non traitée d'un lac n'est généralement pas potable.

Eau souterraine. Toutes les eaux se trouvant sous la surface de la terre.

Eaux d'égout ou eaux usées. Terme générique applicable à tout effluent circulant dans un réseau d'égouts.

Érosion. Usure de l'écorce terrestre par l'eau (et les agents atmosphériques).

Évaporation. Transformation de l'eau en vapeur.

Évapotranspiration. Processus qui convertit l'eau des zones d'irrigation et celle des plantes et des animaux en vapeur et la renvoie dans l'atmosphère.

Hydrologie. Étude scientifique de l'eau qui se trouve à la surface de la terre, sous la terre et dans l'atmosphère.

Infiltration. Processus selon lequel les eaux de surface s'infiltrent dans le sol par des ouvertures minuscules à sa surface.

Ligne de partage des eaux. Ensemble de la zone de drainage superficiel dont l'eau aboutit dans un lac ou dans une rivière (s'il n'y a pas de lac).

Matières fécales. Excréments humains et animaux.

Pertes par transpiration. Eau consommée par les plantes (y compris les plantes aquatiques flottantes) et libérée dans l'atmosphère sous forme de gaz par des cellules spéciales de la feuille.

Pollution. Destruction de la pureté de l'eau par dégradation de sa qualité interdisant de nombreuses utilisations.

Porosité. Faculté de la roche et d'autres minéraux terrestres de retenir l'eau dans des ouvertures ou pores.

Précipitations. Libération par l'atmosphère de vapeur d'eau condensée sous forme de pluie, de grêle, de grésil ou de neige.

Puisard. Structure, généralement un puits, conçue pour retenir les eaux usées d'une résidence.

Réservoir. Eaux stockées dans des bassins artificiels ou naturels.

Utilisation de l'eau. Le terme utilisation ne fait pas référence à la quantité d'eau utilisée, mais plutôt à l'usage que l'on fait de cette quantité d'eau. On doit donc, à ce titre, l'utiliser dans son sens le plus général. Voici quelques termes plus spécifiques :

a) *Utilisation du courant de l'eau*. L'eau dans son lit ou bassin naturel. Cette catégorie comprend la navigation, les loisirs, la pêche, l'évacuation des déchets et la production d'énergie hydro-électrique.

b) *Utilisation après extraction*. Prélèvement de l'eau dans son bassin ou lit naturel avant d'être utilisée. Cette catégorie comprend l'eau utilisée au refroidissement, à l'irrigation et à l'approvisionnement en eau des municipalités et des usines. L'utilisation après extraction ne s'accompagne pas forcément d'évapotranspiration.

c) *Utilisation permanente*. Prélèvement permanent d'une partie de l'eau d'un lac, d'une rivière, d'une nappe, etc. L'eau prélevée s'évapore dans l'atmosphère, est incorporée à certains produits, comme dans l'industrie de la bière ou des boissons gazeuses, ou est envoyée dans une autre étendue d'eau, lac, rivière, nappe, etc.

d) *Utilisation temporaire*. Emprunt temporaire de l'eau d'un lac, rivière, nappe, etc. Les caractéristiques de cette eau sont souvent considérablement modifiées : addition de déchets des égouts municipaux ou de chaleur dans les circuits de refroidissement.

Note sur l'aspect économique de l'eau

De nombreux économistes se sont demandé si l'eau était un bien économique. Sans entrer en détail dans la controverse, il est bon de noter certaines caractéristiques de l'eau, dont il faut tenir compte lorsque l'on désire prévoir la demande future d'eau. La nature économique de l'eau varie selon l'utilisation que l'on en fait. Toute tentative de définition de la nature économique de l'eau peut nous entraîner dans un dédale de problèmes d'attitudes, de questions morales, philosophiques, sociales et économiques. Pour pouvoir effectuer une saine gestion de l'eau et de bonnes prévisions des besoins, il faut parvenir, tout d'abord, à la triple distinction suivante :

1. *L'eau est un bien collectif.* Dans bon nombre de ses utilisations, l'eau est comparable à l'éducation, au réseau routier, etc. Cela est particulièrement vrai de l'eau servant à la consommation domestique ou à l'évacuation des déchets.

2. *L'eau représente une matière première industrielle.* Dans l'industrie, l'eau est essentiellement une matière première industrielle, même si, dans bien des cas, elle n'est pas incorporée au produit. On peut citer comme utilisations industrielles de l'eau la production d'énergie hydro-électrique, l'irrigation, les procédés de fabrication, le refroidissement; l'eau, on l'a dit, est également intégrée à certains produits, dont elle devient un «ingrédient».

3. *L'eau est un bien esthétique.* L'équilibre entre l'offre et la demande d'eau a été bouleversé au cours des dernières années par la croissance fantastique de l'utilisation de l'eau à des fins récréatives. Les plans d'eau sont à présent un élément important de nos loisirs : navigation, pêche, natation et enfin, plaisir des yeux (ces lacs ou cours d'eau qui embellissent le paysage).

8. Bibliographie

Bond, R. G. et C. P. Straub, dir. *CRC Handbook of Environmental Control*. Cleveland, Chemical Rubber Company, 1973.

Canada. Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources. *Une stratégie de l'énergie pour le Canada : politique d'autonomie*. Ottawa, Imprimerie et Édition, Approvisionnements et Services Canada, 1976.

_____. Bureau de la conservation de l'énergie. *100 façons d'économiser chez soi énergie et dollars*. Ottawa, Information Canada, 1975.

_____. Bureau de la conservation de l'énergie. *L'économiseur*. Ottawa, Information Canada, 1975.

Neptune Meters Ltd. *Trident Water Meters*. Toronto, Neptune Meters Ltd.,[s.d.].

Ontario. Ministère de l'Environnement. *My Water Book*. Toronto, Imprimeur de la Reine, 1968.

_____. *The Water Story*. Toronto, Imprimeur de la Reine, 1968.

Pollution Control Education Center. *Priority One Environment*. Union (New Jersey), Union School Board, [s.d.].

_____. *Protecting Our Water Supplies : Priority One Environment. Teachers' Guide*. Union (New Jersey), Union School Board, [s.d.].

Rybczynski, W. et A. Ortega. *Stop the Five Gallon Flush*. Montréal, McGill-Queen's University Press, 1976.

«Watering Can (ned)». *The Ottawa Citizen,* 6 juillet 1976.

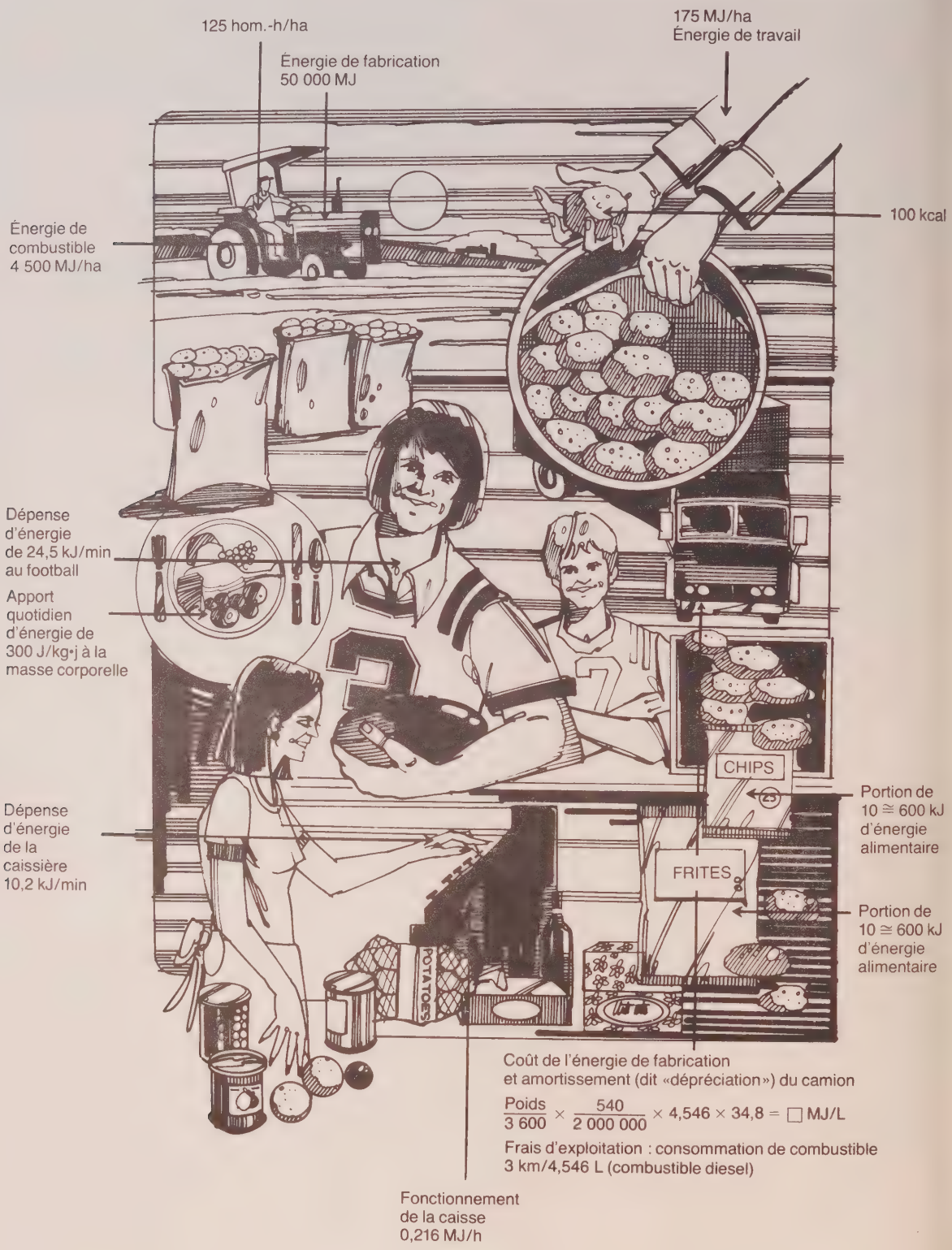
«Water Shortage Hits St. John's.» *The Globe and Mail,* 3 juillet 1976.

À quel intervalle faites-vous analyser votre eau?

Table des matières

Introduction	3
1. Vous et vos habitudes alimentaires	5
2. Pourquoi devons-nous devenir une société d'économie?	10
3. Techniques alimentaires	11
4. Plus avec moins?	27
5. Approfondissement du sujet – suggestions	28
6. Bibliographie	31
7. Annexe – Valeur nutritive de quelques aliments usuels	33

★ Une étoile placée en marge du texte signale les exercices pour les élèves.


125 hom.-h/ha
Énergie de fabrication
50 000 MJ
175 MJ/ha
Énergie de travail
100 kcal
Énergie de combustible
4 500 MJ/ha
Dépense d'énergie de 24,5 kJ/min au football
Apport quotidien d'énergie de 300 J/kg•j à la masse corporelle
Dépense d'énergie de la caissière 10,2 kJ/min
CHIPS
FRITES
POTATOES
Portion de 10 ≅ 600 kJ d'énergie alimentaire
Portion de 10 ≅ 600 kJ d'énergie alimentaire
Coût de l'énergie de fabrication et amortissement (dit «dépréciation») du camion
$\frac{\text{Poids}}{3\,600} \times \frac{540}{2\,000\,000} \times 4{,}546 \times 34{,}8 = \square$ MJ/L
Frais d'exploitation : consommation de combustible
3 km/4,546 L (combustible diesel)
Fonctionnement de la caisse 0,216 MJ/h

Introduction

Dans la présente unité d'étude nous allons étudier deux formes d'énergie : l'énergie «déployée» et l'énergie «inhérente». Dans un système de production des aliments, l'expression énergie «déployée» désigne la quantité d'énergie dépensée par les êtres humains, leurs machines et les services pour fabriquer un produit à partir de ressources naturelles et pour le livrer au consommateur. Par contre, l'énergie «inhérente» est la valeur nutritive d'un aliment particulier libérée, dans des conditions optimales, par les processus chimiques de l'organisme animal (ou humain). C'est cette valeur énergétique qui figure dans les tableaux des valeurs nutritives.

Nous avons constaté, au cours de la préparation et de la rédaction du présent document, que les interprétations quantitatives (mathématiques), notamment dans les domaines de la transformation des aliments, de l'emballage, du stockage et des déchets, étaient difficiles à évaluer, voire impossible à obtenir, dans le cas de l'énergie déployée.

Si l'enseignant désire étudier un système de production d'aliments particulier, sous un angle qualitatif ou quantitatif, il doit d'abord établir les limites du système. Il y a tout d'abord le point de départ du système (ressources naturelles), qui n'est autre que la terre dans le cas de la production d'un aliment. Il y a ensuite l'usage final qu'en fait le consommateur. Le calcul du coût d'énergie déployée nécessaire à la fourniture d'une quantité précise d'un aliment au consommateur s'effectue entre ces deux bornes.

L'analyse quantitative de l'énergie requise par la production ou la fourniture d'une quantité déterminée d'un aliment ne peut se faire que si on utilise la même unité d'énergie (masse ou volume) dans tous les calculs. Par exemple, si nous déterminons le nombre de mégajoules (MJ) d'énergie contenu dans un litre (L) d'essence, tout calcul qui viendrait s'y greffer devrait être exprimé en mégajoules par litre (MJ/L).

Si vous essayez de vous procurer des chiffres (données quantitatives) auprès de fabriques alimentaires ou d'entreprises d'emballage, veillez à bien répartir le coût d'énergie au prorata des divers produits, surtout si le fabricant a une gamme de produits très variée (types et formats) et un volume des ventes très inégal selon les produits. Cette répartition se fait habituellement en prenant comme unité une unité de masse, le kilogramme par exemple, ou une unité de volume telle que le litre.

Il est également important d'identifier parmi les matériaux utilisés pour obtenir le produit fini désiré ceux dont la production a demandé de grandes quantités d'énergie.

Les équivalents énergétiques nécessaires pour fabriquer une pièce de machine agricole ou industrielle et le taux d'amortissement sont généralement donnés en litre d'essence. Pour construire un tracteur de 1 800 kg, par exemple, il faut une quantité d'énergie équivalant à celle de 2,5 kL d'essence.

Si l'industrie sur laquelle vous vous renseignez indique ses dépenses d'énergie en dollars, il vous faut également obtenir les facteurs de conversion. Pour pouvoir convertir l'énergie en équivalent essence, il est indispensable de savoir si l'énergie utilisée est d'origine nucléaire, fossile, hydraulique ou solaire.

Il ne faut également pas perdre de vue qu'en fait, à chaque stade de l'apport énergétique dont bénéficie le produit étudié, d'autres produits sont fabriqués, qui, eux aussi, bénéficient d'un grand nombre d'apports. C'est pourquoi il est difficile de calculer de façon précise l'équivalent énergétique d'un produit particulier quand interviennent autant de variables. Lorsqu'il étudiera un problème énergétique, l'élève devra être capable d'identifier les paramètres qui entrent en ligne de compte dans un système aussi complexe et saisir qu'un système hautement spécialisé dans la production d'un produit unique est extrêmement vulnérable, en tant qu'écosystème simple, par rapport à un système plus complexe.

Nous avons, malgré tout, introduit dans le présent document des problèmes quantitatifs, exprimés dans certains cas en dollars, pour permettre à l'élève d'évaluer le coût de la production et la perte sous forme de déchets alimentaires. Au fur et à mesure que nous parviendrons à nous procurer des données quantitatives plus précises, nous ajouterons de nouveaux paragraphes. Entre temps, nous suggérons vivement à l'enseignant de garder à jour ses informations dans ce domaine.

Les exercices de cette unité ne sont pas présentés par ordre de difficulté croissante. Nous espérons que les enseignants trouveront, de leur côté, de nombreuses autres activités intéressantes qui permettront aux élèves d'approfondir leur connaissance des problèmes énergétiques, d'apprendre à faire reposer leurs décisions sur des faits et d'adopter un code strict d'économie d'énergie.

Ouverture de nouvelles perspectives

Si vous êtes de ces citadins qui ne possèdent qu'un petit jardin autour de leur maison, votre système de survie dépend étroitement d'un système global, plus important, d'approvisionnement en énergie et en nourriture.

Arrêtons-nous un instant aux divers types d'énergie utilisés chez vous sous forme de biens et de services. Durant une panne d'électricité, vous avez recours à divers palliatifs : lampe de poche pour vous éclairer, transistor pour prendre les nouvelles, feu dans la cheminée pour vous réchauffer. Si votre auto ne démarre pas, vous pouvez utiliser les transports en commun ou une bicyclette. Si vous cassez une vitre et que vous n'arriviez pas à trouver un vitrier pour la remplacer, il vous reste toujours la possibilité de faire la réparation vous-même.

Mais que feriez-vous en cas de pénurie de nourriture? Même si vous cultiviez un jardin, il vous faudrait attendre l'été pour en récolter les fruits. Les premiers colons savaient comment faire durer leurs réserves jusqu'à la récolte suivante. Aujourd'hui, la plupart d'entre nous faisons partie d'un écosystème interdépendant fort complexe, dans lequel chacun doit apporter sa contribution pour éviter des catastrophes telles que la famine.

La découverte des combustibles fossiles et le perfectionnement du matériel agricole ont permis de confier la production alimentaire à une petite fraction de la population. Notre économie agricole est passée d'un système d'exploitation de grande main-d'oeuvre à un système d'exploitation utilisateur de gros capitaux. Les exploitations agricoles, plus grandes, se sont industrialisées en se mécanisant, grâce à l'invention de machines toujours plus complexes qui dépensent des quantités croissantes d'énergie. Les industries connexes se sont multipliées pour pouvoir absorber l'augmentation de la production agricole.

Grâce à la science, la productivité agricole s'est développée au point que l'écoulement des surplus crée aujourd'hui un véritable problème. Cette expansion s'est amorcée lorsque les hommes ont remplacé le travail humain par celui de l'animal, puis ce dernier par la machine. La conception et la construction de machines de plus en plus spécialisées ainsi que le perfectionnement récent des techniques de gestion (en grande partie grâce à l'ordinateur) ont engendré une révolution agricole, qui constitue peut-être notre plus grand atout face à l'explosion démographique que l'on redoute pour le XXIe siècle.

Sous le poids de la concurrence, le besoin de productivité a orienté les recherches vers la spécialisation de certains domaines de l'agronomie. Des ordinateurs ont été programmés pour calculer le coût respectif de la pâture et des engrais en fonction de leur valeur nutritive. Des appareils d'alimentation et d'arrosage automatiques ainsi que le contrôle des facteurs ambiants des bâtiments de la ferme ont permis d'accroître non seulement le volume mais également le rythme de la production. Au cours des siècles, les recherches en génétique ont permis de produire des plantes et des animaux totalement différents (mais pas nouveaux), dont la croissance et la productivité répondent mieux aux demandes sans cesse croissantes du marché. Les engrais organiques et minéraux facilitent la pleine maturation des plantes. De plus, de nouveaux produits chimiques, hormones de croissance, produits antiparasitaires, fongicides, herbicides et insecticides, permettent de traiter directement les graines ou sont enfouis en terre dans des capsules, de façon que leur principe actif ne soit libéré qu'au stade de croissance où la plante en a le plus besoin. Des hélicoptères ou des petits avions sont utilisés pour vaporiser au-dessus des vergers et des vignobles de véritables nuages de produits chimiques, qui contribuent à améliorer la qualité des fruits et des légumes et à en accélérer la croissance. Dans tous les cas où la génétique ne permettait pas de mettre au point des plantes adaptées à nos besoins, nous avons contourné la difficulté en construisant des machines qui facilitaient la culture de ces plantes. Le rendement à l'hectare s'est considérablement accru grâce à de nouvelles lois et à l'application, financée par le gouvernement, de mesures pour améliorer les sols et purifier les eaux d'après des règles d'économie.

Des entreprises industrielles et agricoles ainsi que de grandes exploitations agricoles ont entrepris des études de faisabilité afin de déterminer les caractéristiques ambiantes idéales pour la production de plantes et l'élevage d'animaux. La mise au point de nouveaux conteneurs et de nouvelles techniques d'expédition a permis d'améliorer la transformation et la distribution des produits agricoles. En outre, le gouvernement réévalue régulièrement sa politique d'aide financière et de dégrèvement fiscal afin d'optimiser la production et la commercialisation des produits agricoles.

Il y a, cependant, des limites au développement de cette industrie moderne et complexe. Tout d'abord, les terres arables ont une productivité maximale qu'il est impossible de dépasser. Par ailleurs, dans notre effort pour améliorer la productivité des terres non rentables (pâturages), nous avons introduit les ruminants dans la chaîne alimentaire. Le surplus d'aliments végétaux sert actuellement de nourriture aux herbivores, ce qui pousse l'homme à consommer beaucoup trop de protéines animales, alors que les protéines des céréales lui coûteraient beaucoup moins cher. Le système présente de nombreux autres secteurs critiques de consommation d'énergie : entre autres, la transformation, l'emballage, le stockage et le transport de produits; c'est ainsi que de nombreux produits alimentaires transformés, les jus de fruits et les céréales du petit déjeuner, par exemple, absorbent une grande quantité d'énergie. La spécialisation à l'extrême de notre système de production alimentaire le rend extrêmement vulnérable à toute pénurie importante d'énergie. À l'heure actuelle, nous nous préoccupons beaucoup de l'approvisionnement en combustibles fossiles, car la majeure partie de nos techniques repose sur ces ressources non renouvelables. C'est pourquoi nous devons absolument trouver des solutions de rechange pour le jour où ces ressources seront épuisées.

Les spécialistes de plusieurs disciplines réfléchissent aux moyens de préserver les éléments nécessaires à notre survie. Entre temps, nous devons freiner le rythme d'épuisement des ressources non renouvelables. Nous espérons que les enseignants et les élèves prendront le temps de choisir et d'étudier très sérieusement les divers exercices proposés dans cette partie et, qu'en y réfléchissant sérieusement, ils prendront conscience du gaspillage énorme d'énergie qui caractérise notre mode de vie et nos habitudes alimentaires. Notre but serait atteint s'ils décidaient ensuite de tout mettre en oeuvre pour essayer de réduire ce gaspillage.

La présente étude se divise en cinq sections qui portent sur les habitudes alimentaires du consommateur, sur l'économie d'énergie consacrée par la société à l'alimentation et sur les techniques alimentaires. Nous proposons également une série de suggestions destinées à réduire la consommation d'énergie et à favoriser l'adoption d'une attitude d'économie d'énergie dans le domaine de l'alimentation.

1. Vous et vos habitudes alimentaires

Dans le bon vieux temps, les fourneaux de cuisine fonctionnaient au bois ou au charbon et avaient trois fonctions : chauffer une partie de la maison, chauffer un réservoir d'eau incorporé de 10 gallons et permettre de préparer les repas. S'il y avait l'électricité, celle-ci n'était utilisée que pour éclairer la pièce au moyen d'une ampoule unique. Les progrès réalisés dans le secteur de l'électricité ont permis de mettre au point de nombreux appareils ménagers électriques pour la préparation des repas. Aujourd'hui, nous n'y prêtons même plus attention et nous pensons que nous pourrons toujours disposer de l'énergie requise pour les faire fonctionner. Beaucoup d'entre nous ont oublié, s'ils les ont jamais connues, les autres solutions de transformation et de préparation des aliments qui permettraient de réduire la consommation d'énergie.

Il est possible qu'au cours de votre vie vous ayez à faire face à des pénuries d'énergie et à des pénuries alimentaires! Aimeriez-vous pouvoir vous en sortir sans trop de mal? Si la réponse est oui, les exercices suivants vous donneront une idée de la nature limitée de nos ressources énergétiques et alimentaires et vous aideront à chercher des solutions de rechange pour pallier de telles pénuries.

★ Solutions de rechange

1. Si vous avez des grands-parents ou des voisins âgés, demandez-leur comment, dans le temps, on préparait les repas sans appareils électriques.

2. Visitez des villages reconstitués de l'époque des premiers colons et dressez la liste des divers moyens qui vous permettraient d'économiser de l'énergie en préparant les repas.

3. À la bibliothèque de l'école, consultez les livres de référence qui pourraient vous aider à trouver des moyens d'économiser de l'argent et de l'énergie pour préparer les repas. Demandez, au besoin, conseil au bibliothécaire.

4. Essayez de préparer les repas d'une journée en vous appuyant sur les idées et méthodes utilisées par les premiers colons. Si vous y parvenez, essayez de déterminer quelle est la nature de l'«échange». (Par «échange» on entend que si vous économisez de l'énergie sous une forme, vous aurez à la dépenser sous une autre. On n'a jamais rien pour rien.)

5. Pour chaque appareil utilisateur d'énergie dont se sert aujourd'hui un foyer moyen pour transformer, conserver et préparer la nourriture, énumérez les ustensiles correspondants des premiers colons qui permettaient de faire le même travail avant l'avènement de l'électricité. Indiquez également, si vous en connaissez, d'autres moyens de conserver et de transformer les aliments.

6. En vous reportant, à la section sur l'énergie électrique du présent guide, aux coûts d'énergie consacrés à la préparation des aliments, calculez la quantité d'énergie économisée par ceux qui continuent à utiliser les vieilles méthodes de conservation et de préparation des aliments.

Étude comparative des aliments que vous mangez

1. Essayez de vous rappeler tout ce que vous avez consommé dans la journée d'hier. Établissez une liste des aliments et des quantités approximatives, en les classant sous les rubriques : déjeuner, collation matinale, dîner, collation de l'après-midi, souper et collation du soir. Inscrivez ensuite au tableau tous les aliments consommés par les élèves et déterminez la fréquence de consommation de chaque aliment. Comparez votre liste et celle de la classe au Guide d'alimentation du Canada. Quelles sont les conséquences d'un petit déjeuner peu nourrissant sur votre activité matinale?

2. Reportez-vous à la figure 5.7 et calculez la dépense d'énergie que vous devez libérer par vos activités quotidiennes afin de maintenir une bonne croissance et un poids normal. Calculez la valeur énergétique des aliments que vous avez consommés le jour précédent. Quelles conclusions pouvez-vous tirer d'une comparaison des deux chiffres?

3. Énumérez les appareils électriques qui ont servi à préparer ces aliments (voir partie sur l'électricité) et calculez le coût de l'énergie consommée.

4. Pouvez-vous réduire le coût de vos besoins d'énergie alimentaire en achetant des plats minute dont la préparation demande moins d'énergie que ceux que vous devez préparer? Classez les aliments que vous avez consommés durant la journée d'hier en deux catégories : plats minute; autres. Analysez les deux catégories d'aliments.

5. Classez votre liste d'aliments initiale par ordre d'importance des aliments. Comparez votre nouvelle liste à celle des autres élèves.

6. En vous remémorant des reportages télévisés, des films et des ouvrages traitant de famines, de révolutions et de guerres, expliquez comment les survivants de pareils drames ont pu tenir bon avec des rations alimentaires extrêmement réduites.

★ Comparaison des coûts

Préparez un repas chaud et complet comme ceux que vous avez l'habitude de manger chez vous le dimanche. Calculez le coût de la nourriture, les déchets, la quantité d'énergie humaine requise et l'énergie consommée par les appareils électriques ou à gaz.

Le dimanche suivant, préparez le même repas. Cette fois, essayez de profiter de ventes spéciales, de réduire les déchets, les restes ainsi que les dépenses d'énergie humaine et électrique. Combien d'argent avez-vous économisé en achetant les aliments? Calculez la quantité d'énergie déployée lors de l'achat, du transport et de la préparation du repas. Consultez les exercices connexes de la partie sur l'énergie électrique et prenez 18,8 kJ/min comme dépense énergétique de la personne qui prépare le repas. Combien d'argent avez-vous économisé? Quelle serait l'économie réalisée si vous prépariez 365 repas de cette façon?

Aux fins de l'exercice, nous avons fixé la dépense énergétique d'un cuisinier à 18,8 kJ/min.

★ Cuisson à basse et à haute température

Choisissez et préparez un rôti en le faisant cuire à basse température. Comparez la valeur nutritive et le prix de revient du rôti cuit de cette façon à ceux de la cuisson à haute température. Comparez le coût de cuisson à basse température d'un aliment au coût de préparation de plats minute qui ont la même valeur nutritive. Analysez les résultats avec votre professeur d'économie domestique.

★ Four à micro-ondes et four normal

Préparez deux repas identiques, le premier dans un four normal et le second dans un four à micro-ondes. Dans les deux cas, comparez les coûts d'énergie, en tenant compte également de la dépense d'énergie humaine. En quoi le four à micro-ondes vous permet-il de faire des économies d'énergie?

Consommation à outrance

La plupart des gens n'ignorent pas que la publicité et l'industrie alimentaire moderne sont jusqu'à un certain point responsables de nos achats-réflexe et de la soif de consommation qui nous pousse à nous procurer tous les biens et services offerts.

★ 1. Analysez les aspects socio-économiques de l'économie d'énergie pour les familles A, B, C, D, E et F sur les plans suivants :

a) achat en grande quantité d'aliments de base contre achat en petite quantité;

b) catégories d'aliments achetés;

c) plats minute contre produits de la ferme cuisinés par soi-même;

d) conservation des aliments (mise en conserve et réfrigération) contre achat d'aliments conditionnés;

e) élimination des déchets;

f) culture domestique de fruits et de légumes;

g) élevage domestique de volailles et d'autres animaux;

h) habitudes d'achat;

i) repas au restaurant contre réception chez soi;

j) coût de la consommation alimentaire par personne.

Famille A :

Jeune couple habitant en appartement : le mari et la femme travaillent.

Famille B :

Couple d'âge moyen ayant trois adolescents et vivant dans une maison de ville; le père et la mère travaillent.

Famille C :

Couple d'âge moyen ayant cinq enfants; la mère reste au foyer.

Famille D :

Célibataire, ayant un emploi et habitant en appartement.

Famille E :

Jeune couple de fermiers; femme enceinte; mari cultivant des produits spécialisés rapidement vendables (légumes, coton ou tabac).

Famille F :

Jeune couple vivant en ville avec deux enfants en bas âge; le père est sans emploi, la mère s'occupe de la maison.

★ 2. Pour promouvoir leurs ventes, les grands magasins d'alimentation ont très souvent des produits d'appel (produits vendus au prix coûtant ou à perte), ce qui oblige le client qui désire en profiter à se rendre fréquemment au magasin. Ces déplacements augmentent le coût des articles. Pendant une certaine période, notez le nombre de fois que vous prenez la voiture de la famille (le taxi ou le bus) pour faire vos commissions. Relevez la distance parcourue et multipliez-la par 12,5¢/km si vous habitez dans le sud de l'Ontario et par 13,2¢/km si vous habitez dans le nord. Ajoutez le résultat au total de vos achats. Avec vos camarades de classe, comparez le coût total par personne des commissions pendant une certaine période.

a) Quelles conclusions pouvez-vous tirer de cette étude comparative?

b) Indiquez les diverses méthodes publicitaires dont se servent les magasins pour vous inciter à acheter?

c) Qu'entend-on par achat-réflexe? Comment les magasins d'alimentation provoquent-ils ce genre d'achat?

d) Citez quelques-unes des conséquences de l'achat-réflexe?

Consommation alimentaire

★ Procurez-vous les ouvrages suivants auprès de votre professeur d'économie domestique ou d'hygiène ou à la bibliothèque de l'école :

Canada. Ministère de la Santé nationale et du Bien-Être social. *Standards de nutrition au Canada*. Éd. rév., Ottawa, ministère de la Santé nationale et du Bien-Être social, 1975.

Guthrie, H.A. *Introductory Nutrition*. 3e éd., St. Louis (Missouri), The C.V. Mosby Company, 1975.

★ Cherchez la signification des expressions «standards de nutrition», «ration alimentaire» et «métabolisme basal».

★ 1. D'après les ouvrages consultés, établissez votre métabolisme basal en calories par kilogramme et par jour et convertissez le chiffre en kilojoules par kilogramme et par jour (kJ/kg•j). Dans quelles conditions cette quantité d'énergie est-elle dépensée? Quelle énergie supplémentaire dépenseriez-vous si vous couriez, patiniez ou nagiez pendant 30 minutes (voir *Introductory Nutrition,* chapitre 5)?

★ 2. Après vous être dépensé, en faisant du sport par exemple, il vous arrive souvent d'avoir faim et de manger des friandises ou des aliments qui vous «bourrent» et vous donnent des kilocalories (kcal). Quels sont les inconvénients de ce type d'alimentation par rapport à vos besoins nutritifs?

★ 3. Dressez un tableau (semblable au tableau 5.1) de vos activités physiques et notez tout ce que vous mangez pendant un jour, puis pendant une semaine. Consultez la figure 5.7 pour la dépense énergétique correspondant à diverses activités. À la fin de la semaine, calculez votre absorption d'énergie par rapport à vos besoins énergétiques autres que ceux de votre métabolisme basal. Tracez tous les jours, pendant une semaine, un graphique à tuyaux pour déterminer vos insuffisances et vos excès en matière de consommation alimentaire et de dépense d'énergie. Comment pouvez-vous, dans les deux cas, remédier au problème?

★ 4. Analysez les variations de consommation énergétique entre les élèves de la classe. À quoi sont-elles dues?

★ 5. Étudiez l'apport énergétique de chaque repas par rapport à vos besoins en énergie et en protéines. Quels sont les résultats enregistrés par la classe ou par le groupe?

★ 6. Il vous est certainement déjà arrivé d'aller à l'école sans avoir eu le temps de prendre votre petit déjeuner et de vous rattraper en mangeant plus que d'habitude au souper. Quelles sont les répercussions de ce déséquilibre alimentaire sur vos activités physiques et sur votre vivacité d'esprit? Analysez vos habitudes alimentaires pour voir si votre corps reçoit un apport d'énergie uniforme, tout au long de la journée, proportionnel à vos activités.

★ 7. Selon le Guide d'alimentation du Canada, tout le monde devrait avoir un régime quotidien équilibré, comprenant, entre autres, une portion d'aliments protéiques complets. Malheureusement, un tiers de la population mondiale n'absorbe que 7 500 kJ (1 800 calories) par jour en provenance exclusive de céréales. Quelles sont les conséquences à long terme d'un apport protéique uniquement céréalier?

Tableau 5.1

Activités physiques et type d'aliments absorbés

Temps en heures	Métabolisme basal et activités physiques en kJ/kg·h	Aliments classés par ordre d'importance	Quantité	Valeur énergétique

8. Les aliments «surtransformés» et raffinés, tels que certaines céréales du petit déjeuner, certaines boissons «spécial petit déjeuner» et certains produits de boulangerie, sont dépourvus des fibres, de la cellulose, des minéraux et des vitamines dont a besoin l'organisme. Le fabricant enrichit souvent ce type d'aliments en lui ajoutant des vitamines synthétiques. Vérifiez sur un emballage de céréales la liste des ingrédients et relevez les additifs synthétiques.

9. Examinez la liste des articles d'épicerie que votre mère a achetés cette semaine. Classez à part les aliments qui de toute évidence sont «surtransformés». Quel pourcentage de l'ensemble représentent-ils? Pouvez-vous conseiller des substituts naturels à ces produits trop raffinés? Vos parents sont-ils d'accord avec vos suggestions? Ces changements entraîneraient-ils des économies d'argent? Quels types d'énergie permettent-ils d'économiser?

Dépenses énergétiques

La nourriture est la seule source d'énergie assimilable par le «moteur humain». La quantité d'énergie que nous absorbons peut nous faire grossir, si elle est supérieure à nos besoins et que notre corps emmagasine l'énergie en excès, ou maigrir, si elle est inférieure à nos besoins et que notre corps «tire» sur ses réserves.

On peut définir l'énergie comme «la capacité d'effectuer un travail», et on peut exprimer le travail en unités d'énergie. En physique, la définition du travail est la suivante : produit d'une force par le déplacement de son point d'application (la force appliquée au corps pour produire le mouvement, multipliée par le déplacement). L'unité de travail équivaut au travail produit par une force de 1 N (newton) dont le point d'application se déplace de 1 m dans la direction de la force. Un newton correspond à une accélération de 1 m/s^2 communiquée à une masse de 1 kg ou, pour illustrer nos propos, à la force nécessaire pour soulever deux balles de golf ou une pile de lampe de poche de type D. Cela signifie que si vous soulevez deux balles de golf à une hauteur de 1 mètre, le travail effectué est égal à une force de 1 N × 1 m, soit 1 N × 1 m = 1 N•m (newton mètre) = 1 J (joule). Si le travail est effectué dans un certain laps de temps, les unités sont alors exprimées en unités de puissance ou en joules par seconde. Un joule par seconde = 1 W (watt).

L'unité utilisée pour exprimer le travail est le joule. On utilise également le kilojoule et le mégajoule. Lorsque l'on parle de métabolisme, on utilise généralement comme unité la grande calorie ou kilocalorie. Cette unité d'énergie (kcal) s'utilise également dans l'étude de l'équilibre énergétique des systèmes biologiques; elle équivaut à la quantité de chaleur requise pour élever la température d'un kg d'eau de 1°C (de 14,5°C à 15,5°C). Précisons cependant que la calorie est de moins en moins utilisée.

Nous utilisons à présent le joule ou le kilojoule; 1 kcal équivaut à 4,2 kJ. Un watt équivaut à 1 joule par seconde.
1 kcal/s = 4,2 kJ/s = 4,2 kW
1 kcal/min = 4,2kJ/60 s = 0,07 kJ/s = 70 W

Il ne faut pas oublier que les êtres humains sont capables à la fois d'utiliser et d'accumuler de l'énergie. L'accumulation de l'énergie dépend de la quantité d'énergie dépensée. Si vous consommez quotidiennement plus d'énergie que vous n'en dépensez, votre organisme stockera l'énergie en excès, généralement sous forme de graisse; si vous dépensez plus d'énergie que vous n'en consommez, le contraire se produira et vos réserves de graisse diminueront.

La mesure de la dépense d'énergie des êtres humains, au cours de leurs activités quotidiennes, est fondée sur le rapport entre la production d'énergie et la consommation d'oxygène. L'énergie emmagasinée dans la plupart des aliments (kilojoules) et libérée dans l'organisme peut servir à assurer le maintien des fonctions organiques soit pendant les périodes de repos soit pendant les périodes d'activité physique.

L'énergie fournie par les aliments est mesurable. On y parvient en faisant brûler une quantité précise de l'aliment étudié dans une bombe calorimétrique. C'est la méthode utilisée pour mesurer le pouvoir calorifique des aliments. Une autre méthode fréquemment employée consiste à mesurer la quantité d'oxygène utilisée pour brûler l'aliment. On peut convertir l'oxygène en kilojoules en multipliant le chiffre obtenu par 21 (la consommation de l L d'oxygène équivaut à environ 21 kJ).

Ces mêmes méthodes servent à calculer la chaleur directement produite par le corps, au repos ou en activité. Dans ce cas, le volume d'oxygène consommé sert à calculer la dépense énergétique. La dépense énergétique (ou l'échange énergétique) peut se mesurer de façon très précise en laboratoire pendant que le sujet se repose, fait de la bicyclette, monte sur un banc et en descend ou marche à une allure soutenue. Au cours des cinquante dernières années, il a été possible de mesurer la dépense énergétique entraînée par de nombreuses activités quotidiennes de travail, à l'usine ou dans une ferme, ou de loisir : promenade, course, natation, etc.

Les activités ordinaires de l'être humain ont fait l'objet de nombreuses études; il est donc possible d'évaluer avec une très grande précision la dépense énergétique résultant de ces activités en ne se servant que de la vitesse de marche ou de course ou du rythme auquel le sujet monte et descend un obstacle (dans ces cas, on ne tient pas compte de la consommation d'oxygène). Bien que la dépense énergétique correspondant aux activités normales varie d'un sujet à l'autre, la différence n'est pas très élevée. Les autres facteurs, la taille et le poids, la condition physique, la connaissance de l'activité à effectuer, se traduisent par un écart maximal de dépense énergétique de 10% et n'influent que légèrement sur les estimations.

La dépense énergétique qu'entraînent la marche et la course sur terrain plat et sur terrain en pente, à diverses vitesses, a fait l'objet de nombreuses études. On a démontré que la dépense nette entraînée par le maintien d'une certaine allure, par kilo de masse corporelle, sur une distance de 1 m était constante. La constante n'est pas la même pour la course et pour la marche en raison de la différence de rendement.

Il y a trois catégories de vitesse : la marche, de 2 à 6 km/h; la marche rapide, de 6 à 9 km/h; la course, plus de 9 km/h. Les dépenses d'énergie correspondant aux différentes catégories sont les suivantes :

1. *Marche* (vitesse inférieure à 6 km/h ou 100 m/min)

La dépense énergétique par kilogramme de masse corporelle par minute = 0,38 (7,3 + % de la pente) v J/(kg•min), où v = vitesse moyenne de marche en mètres par minute, % de la pente = dénivellation sur distance parcourue (sinus de l'angle) et 0,38 = coefficient représentant l'équivalent énergétique dépensé pour soulever 1 kg à une hauteur de 1 m – énergie demandant une force d'environ 10 N sur 1 m de hauteur, soit : 10 J.

2. *Course* (vitesse supérieure à 9 km/h ou 150 m/min)

Les vitesses de marche rapide, entre 6 et 9 km/h, n'ont pas été mesurées très précisément, car la plupart des gens trouvent cette allure trop rapide pour être agréable et trop lente pour être aussi efficace que la course. Course sur terrain plat : équivalent énergétique par kilogramme de masse corporelle par minute = 4,2v J/(kg•min), où v représente la vitesse en mètres par minute.

3. *Monter et descendre* (banc)

Voici, à présent, comment on peut évaluer l'énergie dépensée pour monter sur un banc et en descendre :

Dépense énergétique par kilogramme de masse corporelle par minute = [38 ($f \times h \times 1{,}3$) + (8,4f)] J/(kg•min), où 38 représente la dépense énergétique pour chaque kilogramme soulevé à une hauteur de 1 m; f = la fréquence de montée et de descente par minute, h = la hauteur de l'obstacle en mètres, 1,3 = le facteur correctif qui tient compte de l'énergie utilisée pour descendre de la marche et 8,4 = la constante correspondant à l'énergie dépensée dans le mouvement de balancement du corps vers l'avant et vers l'arrière.

Remarque. La formule ci-dessus se simplifie de la façon suivante :

Dépense énergétique par kilogramme de masse corporelle par minute = f(49h + 8,4) J/(kg•min).

On peut simplifier les trois cas précédents :

Dépense énergétique par kilogramme de masse corporelle par minute
= 0,38 (7,3 + % de la pente) v J/(kg•min), pour *la marche*
= 4,2v J/(kg•min), pour *la course*
= (49h × 8,4)f J/(kg•min), pour *monter sur un banc et en descendre*

où v = vitesse en mètres par minute
f = fréquence de l'action (monter et descendre) par minute
h = hauteur du banc en mètres.

Exemples de problèmes

1. a) Une femme de 50 kg marche à une allure de 55 m/min pendant une demi-heure sur terrain plat (% de la pente : 0%).

(i) Combien d'énergie dépense-t-elle par kilogramme de masse corporelle par minute?

Résultat = 0,38 (7,3 + % de la pente) v J/(kg•min)
= 0,38 × (7,3 + 0) 55 J/(kg•min)
= 153 J/(kg•min)

(ii) Quelle est sa dépense énergétique par minute?

$$\text{Résultat} = 50\ \text{kg} \times \frac{153\ \text{J}}{\text{kg•min}}$$
= 7 650 J/min = 7,65 kJ/min

(iii) Combien d'énergie dépense-t-elle en une demi-heure?

$$\text{Résultat} = \frac{7{,}65\ \text{kJ}}{\text{min}} \times 30\ \text{min}$$
= 229,5 kJ

b) Elle se met à courir pendant une demi-heure à une vitesse de 165 m/min sur terrain plat.

(i) Quelle est sa dépense énergétique par kilogramme de masse corporelle par minute?

Résultat = 4,2v J/(kg•min)
= 4,2 × 165 J/(kg•min)
= 693 J/(kg•min)

(ii) Quelle est sa dépense énergétique par minute?

$$\text{Résultat} = 50\ \text{kg} \times \frac{693\ \text{J}}{\text{kg•min}}$$
= 34 650 J/min
= 34,65 kJ/min

(iii) Combien d'énergie dépense-t-elle en une demi-heure?

$$\text{Résultat} = \frac{34{,}650\ \text{kJ}}{\text{min}} \times 30\ \text{min}$$
= 1 039,500 kJ
= 1,04 MJ

2. Un alpiniste pesant 70 kg parcourt une distance de 6,4 km, au cours de laquelle il s'élève de 1 280 m en 80 min.

a) Quelle est la pente moyenne (% de la pente)?

Pente = hauteur ÷ distance parcourue

$$= \frac{1\,280\ \text{m}}{6{,}4\ \text{km}} = \frac{1\,280\ \text{m}}{6\,400\ \text{m}} = 20\%$$

b) Quelle est la demande d'oxygène exprimée en équivalent de la dépense énergétique par kilogramme de masse corporelle par minute?

Équivalent de la demande d'oxygène (il grimpe la pente à 80 m/min)
= 0,38 (7,3 + % pente)v J/(kg•min)
= 0,38 (7,3 + 20)80 J/(kg•min)
= 0,38 × 27,3 × 80 J/(kg•min)
= 830 J/(kg•min)

c) Quel est le taux de perte d'énergie de l'alpiniste exprimé en kilojoules par minute?

Taux de perte d'énergie

$$= \frac{830\ \text{J}}{\text{kg•min}} \times 70\ \text{kg}$$

$$= 58{,}1\ \text{kJ/min}$$

d) Quelle est sa dépense énergétique totale pendant l'escalade?

Dépense énergétique totale

$$= \frac{58{,}1\ \text{kJ}}{\text{min}} \times 80\ \text{min}$$

$$= 4\,648\ \text{kJ}$$

$$= 4{,}65\ \text{MJ}$$

e) Combien de kilogrammes de graisse a-t-il perdu pendant cette activité, en supposant qu'il perde 1 kg de graisse par 32 MJ d'énergie dissipée?

$$\text{Nombre de kilogrammes de graisse perdus} = \frac{4{,}65\ \text{MJ}}{32\ \text{MJ/kg}}$$

$$= 0{,}145\ \text{kg}$$

3. Un homme monte sur un banc de 30 cm au rythme de 25 pas par minute. Sa masse est de 60 kg. Calculer sa dépense énergétique en kJ/min.

Dépense énergétique par kilogramme de masse corporelle

$$= (49h + 8{,}4)f\ \text{J/(kg•min)}$$

$$= (49 \times 0{,}3 + 8{,}4)25\ \text{J/(kg•min)}$$

$$= (14{,}7 + 8{,}4)25\ \text{J/(kg•min)}$$

$$= 577{,}5\ \text{J/(Kg • min)}$$

$$\text{Dépense totale} = \frac{577{,}5\ \text{J}}{\text{kg•min}} \times 60\ \text{kg}$$

$$= 35\ \text{kJ/min}$$

4. Une femme de 50 kg monte et descend une marche chez elle. Combien de graisse perd-elle en deux semaines si elle fait l'exercice pendant 30 minutes à 20 pas par minute et si la hauteur de la marche est de 30 cm? (En supposant qu'elle perde 1 Kg de graisse par 32 MJ d'énergie dissipée.)

$$\text{Dépense énergétique} = (49h + 8{,}4)f \frac{\text{J}}{\text{kg•min}} \times \text{masse} \times \text{temps}$$

$$= (49 \times 0{,}3 + 8{,}4)20 \frac{\text{J}}{\text{kg•min}} \times 50\ \text{kg} \times 30\ \text{min}$$

$$= 23{,}1 \times 20 \times 50 \times 30\ \text{J}$$

$$= 693\ \text{kJ}$$

$$= 0{,}7\ \text{MJ}$$

$$\text{Nombre de kilogrammes de graisse perdus} = \frac{0{,}7\ \text{MJ}}{32\ \text{MJ/kg}}$$

$$= 0{,}022\ \text{kg} \times 14$$

$$= 0{,}308\ \text{kg}$$

Expérience de dépense énergétique

Remarque. Avant d'entreprendre cette expérience avec des souris blanches, vous devez obtenir l'autorisation du comité local de recherches sur les animaux.

★ Choisissez quatre souris de la même portée, après qu'elles ont été sevrées. Placez chaque souris dans une cage et faites varier la température ambiante de chaque cage : 5°C, 15°C, 25°C, 35°C. Chaque souris doit recevoir un régime sain et équilibré et toujours avoir de quoi manger. Enlevez quotidiennement les aliments qui n'ont pas été mangés et calculez la consommation journalière d'aliments de chaque souris. Faites durer l'expérience de deux à quatre semaines.

★ Calculez la quantité de nourriture consommée pendant l'expérience. Quelles sont les souris qui ont consommé le plus d'énergie alimentaire et celles qui en ont consommé le moins? Quelle est la souris qui a le plus grossi proportionnellement à son absorption d'énergie? Quelles conclusions pouvez-vous tirer de l'expérience?

★ Si vous disposez pour les souris blanches d'une trépigneuse (course) ou d'un réservoir d'eau (rotation), vous pouvez calculer leur consommation d'énergie (alimentaire) par rapport à leur effort violent (opposé à l'inactivité).

★ **Amaigrissement par le sauna ou la course**

Les gens qui veulent perdre du poids ou simplement ne pas en prendre pratiquent un certain nombre d'activités destinées à faire maigrir. La course, la bicyclette, la natation et les jeux sont parmi les plus populaires de ces activités. Les séances de sauna vous aident à éliminer de l'eau par la transpiration, à dépenser votre énergie emmagasinée et à maintenir une température corporelle constante. Si vous avez l'occasion de prendre un sauna, vous pouvez calculer la dépense énergétique électrique par kilogramme de masse corporelle perdue. Comparez les résultats obtenus à la dépense d'énergie humaine entraînée par la perte de masse corporelle lors de courses. (Utilisez 60 kJ/min comme dépense énergétique durant la course.)

★ **Le lave-vaisselle permet-il d'économiser de l'énergie?**
Vérifiez les caractéristiques techniques suivantes de votre lave-vaisselle :

1. énergie consommée (en watts) pendant un cycle de lavage donné (y compris le cycle de séchage);

2. quantité d'eau chaude utilisée pendant un cycle de lavage normal (voir partie sur l'énergie électrique du présent guide).

★ Tenez compte du prix de la machine, de son taux d'amortissement et de son entretien. Prenez 15 ans comme durée de vie de la machine. Notez la fréquence d'utilisation du lave-vaisselle durant la journée ou la semaine. Évaluez le prix de revient d'un lavage à l'aide de ces données.

★ Calculez l'énergie électrique consommée en joules à chaque utilisation du lave-vaisselle. Calculez en joules l'énergie électrique ou de gaz requise pour chauffer le volume d'eau utilisé pendant le cycle de lavage et de rinçage.

★ Comparez le coût d'utilisation d'un lave-vaisselle à celui du lavage de la vaisselle à la main. Ce dernier doit inclure le volume d'eau chaude utilisé et l'énergie (en joules) dépensée par celui ou celle qui fait la vaisselle.

2. Pourquoi devons-nous devenir une société d'économie?

★ Les énoncés suivants, très controversés, mettent en valeur des problèmes et des faits que la société dans son ensemble n'affrontera peut-être que lorsqu'il sera trop tard. Analysez et étudiez ces énoncés sous tous les angles, puis indiquez votre point de vue par une croix sur une droite des valeurs graduée jusqu'à 10. Vous pourrez ensuite ajouter, si vous le désirez, quelques énoncés qui reflètent vos propres intérêts.

1. Nous vivons dans un pays libre; par conséquent les agences de publicité doivent avoir le droit d'utiliser n'importe quel moyen pour pousser le consommateur à acheter. C'est au consommateur d'apprendre à résister à la tentation.

2. Pendant les divers conflits qui ravagèrent l'Europe et y provoquèrent des famines, les gens faisaient preuve de civisme en mangeant un «Eintopf Kost» (repas cuit dans une seule marmite) une fois par semaine afin d'économiser de l'énergie. Je ne pense pas que les Canadiens soient prêts à accepter ce genre de restriction volontaire.

3. Pour la plupart des Canadiens, c'est le revenu et non le coût des aliments qui régularise les habitudes d'achats alimentaires.

4. Si l'on en croit l'adage, un individu privé de nourriture pendant 24 heures adoptera une attitude défensive; au bout de 48 heures, il volera; après 72 heures, il se battra; ainsi, dans la plupart des pays, la différence entre la paix et l'anarchie est affaire de ventres vides ou de ventres pleins!

5. Une fois les réserves de combustibles fossiles de notre planète complètement épuisées, tout l'or du monde ne réussira pas à préserver le niveau actuel d'activité agricole.

6. Le mythe selon lequel le Canada dispose d'immenses terres fertiles non encore exploitées, qui pourraient être cultivées, est fortement ancré dans l'esprit des gens. C'est à cause de lui si des Canadiens, mal informés, ne s'alarment pas de voir une grande partie des meilleures terres cultivables grignotées par le développement urbain et la poussée industrielle.

7. Si la cuisine (garde-manger, congélateur, etc.) ne regorgeait pas de nourriture immédiatement comestible, je ne mangerais pas autant.

8. Je dévalise plus souvent le réfrigérateur lorsque je regarde la télévision que lorsque je fais du sport ou que j'étudie.

9. Je pense qu'il est inutile de craindre une pénurie alimentaire : avant que la question se pose, les savants auront trouvé de nouveaux moyens d'accroître la production de nourriture et d'aliments synthétiques.

10. Je pense qu'il reste encore beaucoup de terres arables, sinon le gouvernement aurait passé une loi interdisant la culture du tabac.

11. Le gouvernement a, entre autres responsabilités, celle d'empêcher toutes les manoeuvres intimidantes des industriels, qui n'ont qu'un seul but : s'enrichir sur nos angoisses.

12. Lorsque je regarde certaines publicités à la télévision, il m'arrive d'avoir soif et d'aller me chercher une boisson gazeuse dans le réfrigérateur.

13. Le choix des aliments se fait plus souvent au hasard qu'autrement.

14. Lorsqu'elle ne découle pas d'un problème de santé, l'obésité constitue une forme de non-respect des règles d'économie d'énergie.

15. Pourquoi nous préoccuper des pénuries énergétiques, alors que le Canada fournit une aide énorme en biens et services à d'autres pays, tandis que l'Ontario doit emprunter des millions de dollars à l'étranger pour pouvoir développer son industrie?

16. Pourquoi discuter et s'inquiéter d'une éventuelle pénurie d'énergie et de ses conséquences? Lorsque, au début du siècle dernier, le fumier de cheval commençait à présenter, à New York, un danger pour la santé et la circulation, la ville chargea un chercheur de trouver un moyen de s'en débarrasser. S'il fallait l'en croire, les New-Yorkais allaient devoir se frayer un chemin à travers environ 1 m de fumier avant la fin du siècle, à moins que des mesures ne soient prises à ce sujet. Que se produisit-il? Quelqu'un inventa l'automobile!

17. La valeur nutritive et énergétique de tous les aliments devrait être clairement indiquée. Mais pourquoi le fabricant s'en inquiéterait-il, quand le consommateur s'en «fiche» éperdument?

★ Fantaisie 2000 — un jeu sur l'énergie

La machine à voyager dans le temps nous transporte en l'an 1996. Le gouvernement actuel a été réélu aux dernières élections, après avoir rassuré les Canadiens et leur avoir dit qu'ils n'avaient pas à redouter de crise énergétique. Bien que les importations d'énergie (combustibles fossiles) aient été réduites de 50% par rapport à la moyenne annuelle des vingt dernières années, le gouvernement espère encore trouver de nouvelles sources énergétiques en deçà de ses frontières. L'énorme pipeline construit au cours des cinquante dernières années est exploité à 40% de sa capacité. Les réserves de pétrole brut de l'ouest du pays sont presque épuisées. (De nombreux millionnaires du pétrole de l'Ouest sont partis, avec leur argent, s'installer dans des îles ensoleillées, véritables paradis fiscaux où la vie est facile.) Seules les provinces de la côte est disposent de riches ressources énergétiques : l'énergie hydro-électrique. Jusqu'à présent, l'exploitation de l'énergie nucléaire en vue de produire de l'électricité n'est jamais apparue à aucun parti comme un programme politique très populaire.

Bien que de sérieuses pénuries énergétiques (combustibles fossiles) aient réduit la production agricole, personne ne veut plus travailler manuellement dans les fermes. Les agriculteurs sont trop habitués au matériel entièrement mécanisé. La plus grande partie de la population est allée vivre dans les villes afin de profiter de la «vie qui y est agréable et facile». Au besoin, il est toujours possible de «vivre sur le bien-être social». Très peu de citoyens se sont lancés chez eux dans le jardinage (fruits et légumes), un excellent moyen pourtant d'économiser de l'énergie. Plus de 30% des Canadiens sont à la retraite. Ils pensent d'ailleurs qu'après avoir travaillé dur pendant la plus grande partie de leur vie, ils ont parfaitement le droit de profiter de la vie. Pour couronner le tout, le taux de chômage atteint 10%.

3. Techniques alimentaires

Nous sommes à présent en l'an 2000. Les gens commencent à se constituer des réserves d'aliments et de matériaux de construction et de chauffage. Il n'y a pas assez de combustible pour faire marcher les machines agricoles, donc plus de récoltes! Les autorités portuaires redoutent les émeutes chaque fois qu'un navire accoste avec du combustible ou des provisions dans ses soutes. Au cours des 25 dernières années, le gouvernement a consacré des millions de dollars pour équiper et former des troupes anti-émeutes spécialement entraînées pour écraser les révoltes déclenchées par la pénurie des aliments. Les États-Unis ont menacé de fermer leurs frontières et de réduire considérablement leurs livraisons de charbon au Canada s'ils ne recevaient pas l'énergie hydro-électrique du Québec et du Labrador pour laquelle ils ont passé un contrat avec le Canada. Le troc devient peu à peu la méthode d'échange dominante dans l'économie canadienne.

Comment feriez-vous face à cette situation explosive si vous étiez membre du cabinet? Choisissez un groupe de huit élèves de la classe qui constitueront le cabinet ministériel. Le Premier ministre aura le dernier mot en ce qui concerne la prise de décision; les sept autres élèves recevront les ministères suivants : Finances; Agriculture; Énergie; Immigration et Main-d'oeuvre; Industrie et Commerce; Bien-Être social; et Defense. Le devoir de chaque ministre consiste à établir des lignes directrices capables de réduire la menace de pénurie alimentaire et compatibles avec la politique globale du Premier ministre.

Présentez votre programme au Parlement. Divisez la classe selon la répartition actuelle du Parlement selon les partis. L'enseignant jouera le rôle du Président de la Chambre. Organisez un débat autour des programmes mis sur pied par chaque ministre, en insistant sur les points suivants : objectifs immédiats et à court terme; conséquences des politiques proposées; classement des programmes présentés par ordre d'importance; propagande; communications avec la population par l'intermédiaire des organes d'information.

L'analogie suivante peut vous aider à évaluer la quantité totale d'énergie déployée requise par la production agricole ontarienne. Les fermiers ontariens ne consacrent à leurs récoltes que 3% du budget énergétique total de l'Ontario. Ce pourcentage équivaut approximativement à celui des combustibles dépensés par les Ontariens pendant les week-ends du 1er juillet et de la Fête du Travail.

L'énergie déployée requise pour nourrir une personne pendant un an correspond, selon les estimations actuelles, à l'énergie contenue dans 4 500 L d'essence. L'essence contient 34,8 MJ d'énergie par litre.

★ Chasser pour manger

Les peuplades primitives devaient chasser pour se nourrir. Aujourd'hui, il existe encore, dans certaines parties du monde, et même au Canada, des gens qui chassent pour se procurer tout ou partie de la nourriture nécessaire à leur survie. Si vous vivez dans une région où la chasse est encore pour certains un moyen de subsistance, vous pouvez calculer approximativement, en kilojoules par minute (31,5 kJ/min ou plus), l'énergie dépensée par un chasseur et la comparer à la valeur énergétique de l'animal tué.

Défrichage et brûlis

Les premiers colons américains vivaient de ce que la nature leur procurait : racines, fruits sauvages, poissons et gibier. Toute l'énergie de ces aliments provenait de l'énergie rayonnante du soleil et des éléments minéraux contenus dans le sol. Ce n'est qu'après la «révolution agricole» que les colons qui immigrèrent en Amérique du Nord commencèrent timidement à prendre le pas sur la nature en défrichant des clairières et en semant des graines. Ce fut la période agricole du «défrichage et des brûlis».

★ Expliquez pourquoi ce type de culture a été de courte durée. Pourquoi les planteurs de tabac et de maïs du sud-est des États-Unis changeaient-ils de terrain au bout d'un certain nombre d'années? Ces planteurs ne connaissaient pas les deux lois naturelles de la thermodynamique qui régissent notre planète; par conséquent, ils ne pouvaient pas comprendre les facteurs écologiques qui leur causaient de nombreux problèmes. Lorsque vous aurez bien saisi ces deux lois, vous comprendrez mieux le rôle qu'elles jouent dans la production alimentaire.

Rappelons, tout d'abord, que l'énergie ne se crée ni ne se perd, et qu'aucun système de transformation d'énergie n'est efficace à 100%. Il y a toujours une perte d'énergie sous une forme ou sous une autre à chaque étape de transfert. Lors du processus de transformation d'énergie biologique, la photosynthèse par exemple, 1% environ de toute l'énergie rayonnante du soleil entre dans la constitution des liaisons chimiques des plantes, dont se nourrissent les herbivores (mangeurs de plantes). Les herbivores n'absorbent que 10% de l'énergie contenue dans les plantes qu'ils mangent. De même, les carnivores (mangeurs de viande) n'absorbent que 10% de l'énergie des herbivores.

Nous avons donc, en premier lieu, les plantes, premiers producteurs de nourriture – c'est le premier niveau trophique puis les herbivores, premiers consommateurs, qui constituent le second niveau trophique. Viennent ensuite, au troisième niveau trophique, les carnivores, seconds consommateurs, qui mangent les herbivores. Les consommateurs tertiaires sont les carnivores qui mangent des carnivores. Dans la chaîne alimentaire, l'homme est à la fois un herbivore et un carnivore.

N'oubliez pas qu'à chaque étape de transfert dans la chaîne trophique, 90% environ de l'énergie chimique du niveau inférieur ne se transmet pas aux animaux du niveau trophique supérieur. Signalons, enfin, que si les organismes du niveau supérieur ne disposent que d'une quantité relativement faible d'énergie, c'est

parce que la quantité totale d'énergie qui entre dans le système est déterminée par les plantes vertes au cours de la photosynthèse.

★ Pouvez-vous évaluer le nombre de kilos de céréales qu'il aurait fallu à un élève de 50 kg pour atteindre son poids s'il ne s'était procuré son énergie qu'en mangeant du boeuf? Quelle quantité supplémentaire faudrait-il ajouter si l'élève se trouvait à un quatrième niveau trophique?

Abandon du labour, système de pulvérisation des plantes

La charrue à socs a servi pendant des siècles à briser les mottes, retourner la terre, aérer et préparer le sol, augmenter également sa perméabilité et empêcher les mauvaises herbes de disputer aux plantes les éléments minéraux dont elles ont besoin. Malgré les problèmes inhérents à cette méthode classique de labourage, de scarifiage et de hersage, les fermiers ont fini par la considérer comme la meilleure façon de préparer le sol.

Au printemps, les conditions climatiques rendent parfois difficile, par manque de temps, l'accomplissement de toutes les étapes. Or, il faut laisser, entre chaque étape, le temps à la terre de sécher, avant de passer à l'étape suivante. Si le sol se dessèche trop, le sillon sera moins meuble; trop humide, le sol devient compact. Par conséquent, la méthode de labour classique n'est valable que lorsque les conditions climatiques sont compatibles avec le type de sol. Les labours d'automne servent également à accélérer les opérations du printemps ainsi qu'à enterrer les restes de la récolte précédente et les mauvaises herbes. Toutefois, cette méthode laisse le sol labouré à la merci du vent et de l'eau, qui risquent de lui enlever sa précieuse croûte.

Les spécialistes en agrologie ont récemment remis en question cette méthode de labour. Avec la mise au point de produits antiparasitaires sélectifs, il n'est plus nécessaire de détruire les mauvaises herbes par les méthodes traditionnelles. Des équipes d'agronomes sont en train de mettre au point un système de pulvérisation des plantes qui ne demande pas de labour. Ce système consomme moins d'énergie par économie de travail, de temps, de combustible et de matériel agricole. Les machines, plus petites, ont une puissance plus faible et consomment moins de combustible diesel (réduction de $^1/_2$ à $^2/_3$); elles brisent le sol avec un disque de coutre, puis une seconde fois avec deux autres disques qui incorporent l'engrais et les graines en une seule opération. Il ne reste plus qu'à vaporiser de l'herbicide pour détruire les mauvaises herbes.

Outre les avantages économiques que nous venons de citer, ce système en présente plusieurs autres. Les fermiers peuvent planter leurs graines au moment optimal pour ce qui est des conditions du sol et des conditions climatiques. En outre, ce système ne détruit pas la porosité du sol, attribuable aux racines des plantes antérieures et à l'activité des vers de terre. Les résidus des plantes de la récolte précédente forment un humus qui empêche l'érosion et favorise la rétention d'eau. Ce système de pulvérisation ne convient cependant pas à toutes les cultures. Efficace pour la culture de céréales et dans des terreaux légers et gras, il a donné, pour certaines récoltes, un rendement égal à celui des récoltes produites à l'aide des méthodes de labour classiques.

À l'époque de l'agriculture de subsistance, le laboureur poussait la charrue à un soc, habituellement tirée par deux chevaux dont la masse totale équivalait à 1 500 kg. Les deux chevaux consommaient généralement 1 kg d'avoine par jour et une quantité équivalente de foin par 100 kg de masse corporelle. Cette consommation d'énergie permettait aux fermiers de labourer un sillon de 30 cm de largeur et de 18 cm de profondeur à une vitesse de 2,5 km/h. Aux fins de l'exercice, fixons le prix de l'avoine à $100 la tonne et celui du foin à $60 la tonne.

D'un autre côté, un tracteur diesel de 37,3 kW muni d'une charrue à trois socs creusera un sillon de 1 m de large et de 18 cm de profondeur à une vitesse de 5 km/h. La consommation de combustible varie selon le sol. Aux fins de l'exercice, nous supposerons que le tracteur consomme 150 L/ha de combustible diesel valant 17¢/L.

★ 1. Si chaque laboureur travaille pendant 10 h, calculez le coût par hectare dans chaque cas.

★ 2. Quelle est la méthode de labour la moins chère? Quelle est celle qui donne le meilleur rendement? Expliquez vos réponses.

★ 3. Quelle est la méthode qui exige la plus grande consommation d'énergie par hectare? Pour la conversion énergétique, appliquez les valeurs suivantes : combustible diesel = 38,4 MJ/L; avoine = 3 MJ/kg et foin = 1,5 MJ/kg.

★ 4. a) Au repos, les chevaux mangent deux fois moins d'avoine et de foin. Le prix d'achat des chevaux et de la charrue se décompose comme suit : $800 pour les deux chevaux et $150 pour la charrue, auxquels s'ajoute le prix du fourrage et des soins habituels que doivent recevoir les chevaux. En supposant que les chevaux ne soient utilisés que six mois par an, quel est l'investissement total du fermier qui utilise des chevaux? Comparez ce chiffre aux $10 000 que coûtent un tracteur diesel et une charrue.

b) Supposons que les deux fermiers bénéficient, pour leur investissement, d'un prêt gouvernemental accordé au taux préférentiel de 10% et qu'ils soient autorisés à amortir leur investissement en totalité au taux de 20% par an; quel est le fermier le mieux loti financièrement?

Remarque. On ne peut pas amortir les animaux; par contre, à la vente, on peut les déclarer comme investissement en capital et ils ne sont pas imposables.

La figure 5.1 vous donne les besoins énergétiques comparatifs des divers travaux de labour effectués avec un tracteur diesel de 75 kW.

★ En vous aidant de la figure 5.1 et en supposant que le combustible diesel coûte 17¢/L et que le rendement à l'hectare soit à peu près le même avec les deux méthodes de labour, calculez :

1. le coût comparatif du système de labour et de semailles traditionnel et celui du système «une opération»;

2. le coût du scarifiage et de la culture avec les méthodes traditionnelles par rapport à la méthode «une opération».

Énergie en agriculture

Remarque. *L'hectare, unité du système métrique, n'est pas très utilisé dans le monde agricole au Canada; nous nous en servirons cependant dans les exercices suivants pour que les élèves se familiarisent avec l'unité.*

★ Pourquoi le rendement agricole canadien était-il moins élevé durant la période d'agriculture de subsistance qu'il ne l'est aujourd'hui avec les méthodes mécanisées?

★ Il fallait 30 GJ/ha pour faire pousser du maïs en 1975. À l'aide de la figure 5.2, calculez la quantité d'énergie nécessaire, en GJ/ha, pour chaque phase de l'opération.

★ L'énergie solaire dont disposent les plantes vertes au Canada est d'environ $5\,044 \times 10^{12}$ J(ha•a) (par hectare par an). Les récoltes de maïs produisent $7{,}9 \times 10^{10}$ J(ha•a) sous forme

Figure 5.1

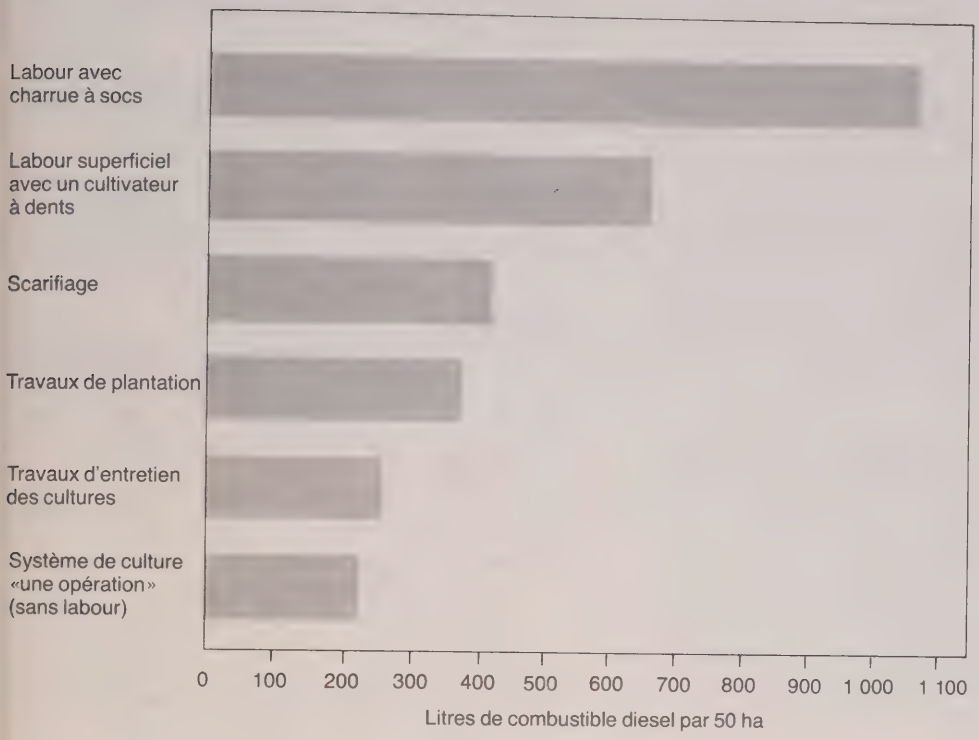
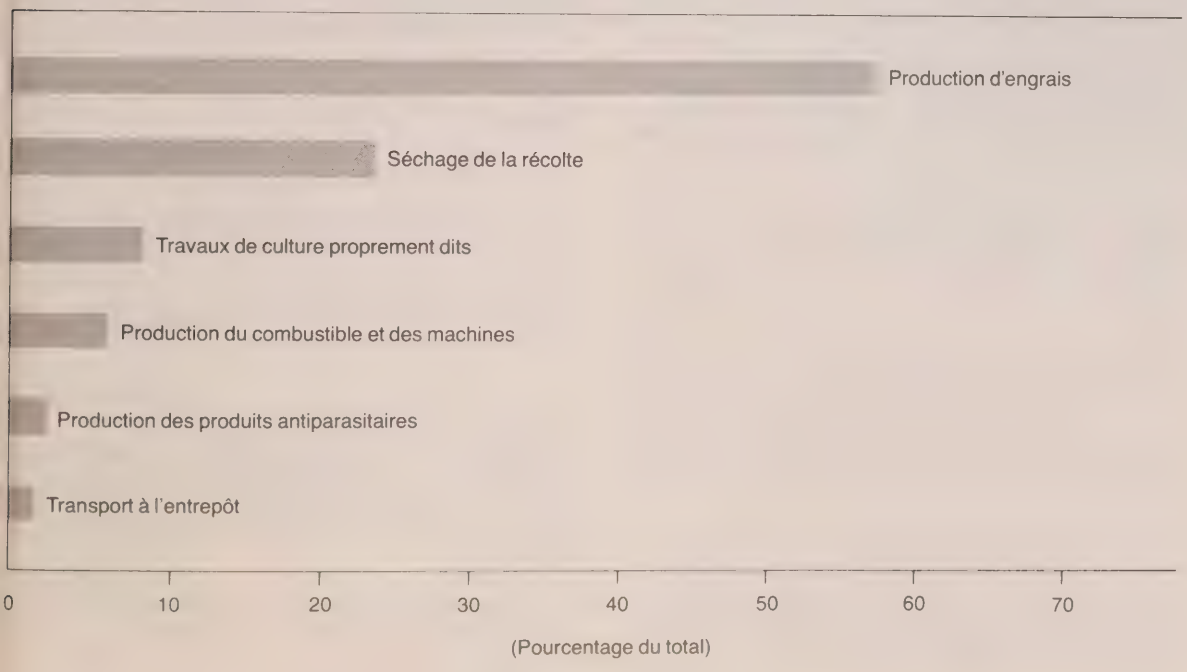


Figure 5.2

Énergie nécessaire à la production de maïs



d'énergie alimentaire utilisable. Calculez l'efficacité avec laquelle les plantes vertes convertissent l'énergie solaire en énergie alimentaire pour les animaux.

Remarque. Il existe divers moyens de calculer le nombre de jours nécessaires pour que des semailles d'une qualité de maïs hybride arrivent à maturation. Pour cet exercice, vous pouvez utiliser 122,5 jours sans gel au lieu d'unités de chaleur. Énumérez les variables dont on n'a pas tenu compte dans ce problème.

Les journalistes ont monté en épingle l'imminence d'une crise énergétique; ils déclarent que nous serons bientôt forcés de sacrifier les ruminants (boeufs) au profit des plantes vertes (céréales) afin d'augmenter nos sources globales d'éléments nutritifs (surtout les protéines). C'est d'ailleurs le régime actuel de la plus grande partie de la population mondiale. Les nutritionnistes pensent, cependant, qu'il est indispensable de consommer un peu de viande régulièrement pour obtenir tous les éléments nutritifs dont a besoin l'organisme.

Les êtres humains savent depuis longtemps que les plantes vertes sont beaucoup plus efficaces comme producteurs primaires d'éléments nutritifs que le bétail. À l'heure actuelle, la surproduction de céréales est telle que nous ne pouvons plus ni les stocker ni les consommer. Pour cette raison, 67% de la production (selon des statistiques américaines) sert de patûre au bétail et environ 20% est exporté comme pâture. Le reste est transformé dans des fabriques alimentaires (consommation humaine) et dans des usines de sous-produits. La conversion énergétique plante verte-boeuf n'est pas très bonne (5,5 kg de maïs pour 1 kg de viande). Jusqu'à ce que nous trouvions une façon plus efficace d'utiliser le grain, la conversion en viande de boeuf est une façon de consommer nos réserves excédentaires.

L'Ontario dispose approximativement de 1 200 000 ha de pâturages à l'état naturel. On peut classer ces terrains de la façon suivante : a) d'une certaine épaisseur, accidentés, rocailleux, montagneux ou b) couche calcaire peu profonde. On a évalué qu'il fallait approximativement 4 ha de terres de la première catégorie pour nourrir un boeuf de 275 kg six mois par an, contre 10 ha de la seconde catégorie.

Selon des estimations, si nous faisons une moyenne des deux catégories, les «possibilités de terre à pâturage» sont de 0,75 ou moins de 5 400 kg de récolte de foin par hectare. L'équivalent métrique de la conversion foin-bétail sur pied est d'environ 7,5 kg à 0,05 kg.

Supposons que la moitié des pâturages ontariens à l'état naturel soit de la première catégorie et l'autre moitié de la seconde catégorie. Combien de bétail sur pied pourrait-on élever? Combien de têtes de bétail pourraient paître et combien chaque animal pourrait-il augmenter de masse corporelle durant une saison de pâture?

Essayez de trouver, dans les publications de Statistique Canada, le nombre d'hectares classés comme terres non bonifiées (terres qui ne sont pas adaptées au matériel agricole actuel ou qui sont classées comme terres non rentables). Quelles seraient les pertes en tonnes métriques de viande produite si cette terre ne servait pas à faire paître le bétail? Déterminez le coût actuel du bétail sur pied et calculez-en la valeur en dollars.

La valeur énergétique nutritionnelle des carcasses de boeuf de 450 kg est évaluée à environ 2 500 MJ, chiffre qui comprend tous les sous-produits comestibles. Si vous pouvez obtenir le nombre de têtes de bétail de l'Ontario ou du Canada, calculez le gain d'énergie nutritionnelle fourni par l'utilisation de ressources naturelles (pâturages non bonifiés).

Lorsque vous pourrez vous procurer les chiffres du système énergie-acheminement des matériaux, vous calculerez la dépense d'énergie (pour la culture) par rapport au gain d'énergie nutritionnelle.

Le dollar fluctue sur le marché, contrairement à l'énergie d'un litre d'essence d'un indice d'octane précis. De nombreuses industries de transformation commencent à exprimer leurs coûts en mégajoules par litre d'essence.

Cycle des aliments : de la production à la consommation

16,5% de toute l'énergie nord-américaine est consacré à la production des aliments. Voici quelle en est la répartition :

Tableau 5.2

Étape de production	Énergie nationale totale
Ferme	3,1%
Transformation	4,8
Distribution de gros	0,5
Distribution au détail	1
Cuisson – précuisson en usine	2,8
– à la maison	4,3
Total	16,5%

Notez que nous utilisons deux fois plus d'énergie pour cuire nos aliments que pour les produire à la ferme.

Énergie nécessaire à la production agricole

Énergie nécessaire pour produire les aliments à la ferme :

1. combustible diesel et l'essence pour le travail des champs (labourage, par exemple);
2. énergie pour produire l'équipement;
3. énergie pour produire les engrais chimiques;
4. énergie pour produire les produits antiparasitaires (herbicides et insecticides);
5. propane et gaz naturel pour le séchage des grains (pour éviter la formation de moisissures).

C'est la production des engrais chimiques qui consomme la plus grande quantité de l'énergie dans le cycle de production des aliments.

★ 1 L d'essence contient 34,8 MJ. Exprimez les quantités suivantes d'énergie utilisées dans la production agricole en litres d'essence :

1. Il faut 219 GJ pour fabriquer un tracteur de 52 kW (70 CV). À combien de litres d'essence cela correspond-il?

2. L'azote (N) est un élément indispensable à la croissance des plantes. Le nitrate d'ammonium (33% N) est l'un des engrais chimiques les plus courants. Pour produire une tonne de nitrate d'ammonium, il faut 30 GJ. À combien de litres d'essence cela correspond-il?

3. Il faut 78 kg d'azote pour faire pousser un hectare de choux. À combien de kilos de nitrate d'ammonium cela correspond-il? Combien de litres d'essence cela représente-t-il?

4. L'atrazine est un herbicide qui empêche la croissance des mauvaises herbes dans les champs de maïs. Il faut habituellement 4,5 kg d'atrazine par hectare. Il faut, par ailleurs, 202 MJ

pour produire 1 kg d'atrazine. Combien de litres d'essence cela représente-t-il? Combien de joules?

Tableau 5.3

Énergie alimentaire (production) par rapport à la consommation d'énergie

Année	Rendement du maïs ontarien	Énergie alimentaire (production)	Énergie nécessaire
1945	1 143 kg/ha	41,2 GJ/ha	9,6 GJ/ha
1975	2 337 kg/ha	84,1 GJ/ha	30 GJ/ha

Énergie alimentaire (production) par rapport à la consommation d'énergie

★ La quantité totale d'énergie alimentaire produite par hectare de maïs a plus que doublé depuis 1945. Remplissez le tableau 5.4 en utilisant les chiffres du tableau 5.3.

Tableau 5.4

Année	Énergie alimentaire (production) ÷ consommation d'énergie
1945	
1975	

★ Qu'est devenu le rendement énergétique de la culture du maïs en Ontario? S'est-il accru ou a-t-il diminué?

Bien que les récoltes soient plus élevées qu'en 1945, la quantité d'énergie dépensée pour faire pousser le maïs a augmenté encore davantage que les récoltes. Aujourd'hui, nous utilisons plus d'engrais et de produits antiparasitaires. On sèche la plus grande partie du maïs dans de grands déshydrateurs à gaz naturel plutôt que dans des bacs recouverts de grillage (où il serait séché par le soleil).

★ Si nous examinons le rendement énergétique de divers aliments (au niveau de la ferme seulement, c'est-à-dire sans tenir compte des étapes de transformation et de cuisson), nous nous apercevons qu'il est supérieur pour certains aliments. De façon générale, les céréales viennent au premier rang, suivies par les fruits et les légumes; la viande arrive en dernier. Calculez le rapport de l'énergie alimentaire (production) du maïs par rapport à la consommation d'énergie requise pour le produire.

Chaque unité d'apport énergétique à la production des aliments suivants entraîne la production approximative de l'énergie alimentaire suivante :

Tableau 5.5

Culture	Énergie alimentaire (production)	Énergie nécessaire
Soja	5,7 GJ/ha	1 GJ/ha
Blé	3,8 GJ/ha	1 GJ/ha
Carottes	3,7 GJ/ha	1 GJ/ha
Pommes	2,1 GJ/ha	1 GJ/ha
Lait	0,7 GJ/ha	1 GJ/ha
Oeufs	0,5 GJ/ha	1 GJ/ha
Boeuf	0,3 GJ/ha	1 GJ/ha

Optimisation de l'utilisation d'énergie à la ferme

On entend souvent dire que le fumier est un déchet, alors qu'en réalité c'est une ressource très précieuse. Pour pouvoir pousser, les plantes ont besoin d'azote (N), de phosphate (P_2O_5) et de potasse (K_2O); or, le fumier contient ces trois éléments. Sur le plan énergétique, l'azote est l'élément le plus important du fumier. Une tonne de fumier contient environ 5 kg d'azote.

★ Combien de tonnes de fumier faut-il pour obtenir l'azote nécessaire à la production d'un hectare de choux?

★ Quelle quantité d'énergie peut-on économiser par hectare si l'on se sert de fumier au lieu de fabriquer du nitrate d'ammonium?

L'utilisation rationnelle du fumier animal peut permettre de réduire la consommation d'énergie et la pollution. On voit fréquemment des taux de fumage de 11 – 22 kg de fumier par hectare.

★ Si l'on ajoute l'équivalent énergétique du fumier produit par les vaches laitières, les pondeuses et les jeunes boeufs à leur apport énergétique alimentaire, leur rendement énergétique s'accroît considérablement, parfois de plus de 100%. Pouvez-vous citer une autre source de production de fumier que les fermes ontariennes?

Nous pouvons également rationaliser la consommation d'énergie dans une ferme en employant des plantes ayant un meilleur rendement (c'est-à-dire qui demandent moins d'énergie tout en produisant plus d'énergie alimentaire). Les agronomes se penchent actuellement sur la question.

Notre régime alimentaire – Économisons l'énergie

Le facteur énergétique tient une place importante dans notre régime alimentaire, mais ce n'est pas le seul. Nous avons également besoin de protéines, de vitamines, de sels minéraux et d'eau. Nous avons déjà vu que le maïs donnait 2,81 unités d'énergie alimentaire par unité d'énergie consommée à la ferme. Toutefois, très peu d'entre nous consomment du maïs entier ou même de la farine de maïs. Une fois le maïs expédié et transformé en flocons de maïs ou en huile de maïs, son rendement énergétique diminue en raison de la quantité d'énergie nécessaire à la transformation et à la distribution. Les céréales entières, les fruits et les légumes frais subissent très peu d'opérations de transformation et ont donc un rendement énergétique très élevé. D'autres aliments tels que les repas tout préparés, les chips et la viande, qui doivent être transformés, emballés et parfois même réfrigérés, ont par conséquent un très faible rendement énergétique.

Nous pouvons économiser beaucoup d'énergie en puisant nos protéines dans le soja, mais nous devons toutefois faire très attention car le soja ne contient pas toutes les catégories de protéines nécessaires à l'équilibre nutritionnel de l'homme. Il nous faut, par conséquent, consommer plusieurs sources de protéines. La viande, le lait et les oeufs contiennent toutes les protéines nécessaires. Il est essentiel que le régime alimentaire soit équilibré. Nous vous conseillons de consulter des livres de nutrition présentant des régimes équilibrés, y compris certains régimes végétariens.

Le grand mythe canadien de la terre

On a souvent entendu dire au Canada que nous n'aurions jamais à craindre de pénurie alimentaire, grâce à nos vastes étendues de terre. Deux corrections s'imposent :

1. Nous n'avons pas beaucoup de terres *arables* (propices à la culture).

2. Pour produire des aliments, il faut de la terre et de l'énergie. Notre système de production alimentaire ne fonctionne que grâce à d'énormes quantités d'énergie.

★ La superficie du Canada est de 9 980 567 km². La superficie des États-Unis (à l'exclusion de l'Alaska) est de 7 707 692 km². Remplissez le tableau suivant :

Tableau 5.6

Pays	Superficie totale	% de terres arables	Superficie totale (en hectares) de terres arables
Canada	_____	3,9	_____
États-Unis	_____	23,5	_____

Une grande partie de nos terres arables se trouvent dans les Prairies, soit à plus de 300 km au nord de la latitude qui passe par Sudbury. Cette région ne se prête pas bien à la culture des fruits et du maïs, car elle a des hivers très rigoureux, une saison de culture très courte et très peu de précipitations. Les fermiers des Prairies cultivent essentiellement les petites céréales (blé, orge, avoine); en réalité, le Canada produit beaucoup plus de ces céréales qu'il n'en consomme. Par conséquent, ces céréales sont très importantes pour le pays sur le plan du commerce international (bien que nos exportations soient faibles par rapport à celles des États-Unis). Le solde de la balance canadienne est, malgré tout, déficitaire pour la plupart des fruits et des légumes, car très peu de régions au Canada se prêtent à ces cultures.

Quelle est la productivité de notre terre?

Le corps humain doit consommer quotidiennement de 45 à 60 g de protéines et de 7,5 à 12,6 MJ d'énergie alimentaire. Nous pouvons faire pousser bien des aliments sur un hectare de terre : nous pouvons, par exemple, y faire pousser du foin pour nourrir des vaches laitières ou nous pouvons faire pousser des carottes. On a calculé qu'un hectare de terre consacré à la production laitière pouvait assurer à une personne un apport protéique suffisant (60 g/j) pendant 583 jours.

★ En vous appuyant sur les besoins quotidiens du corps humain en protéines et en énergie, remplissez le tableau suivant :

Tableau 5.7

Culture	Quantité de protéines assimilables par hectare	Nombre de jours d'approvisionnement en protéines	Énergie produite par hectare	Nombre de jours d'approvisionnement en énergie
Soja	602 g	_____	15,1 GJ	_____
Blé	258 g	_____	17,5 GJ	_____
Carottes	625 g	_____	44,7 GJ	_____
Pommes	440 g	_____	24,2 GJ	_____

Si notre population continue à croître rapidement et si nous continuons à dilapider l'énergie et à construire des maisons et des routes sur des terres arables, nous serons bientôt obligés de consommer des aliments dont la production demande moins d'énergie (moins de viande et plus de céréales).

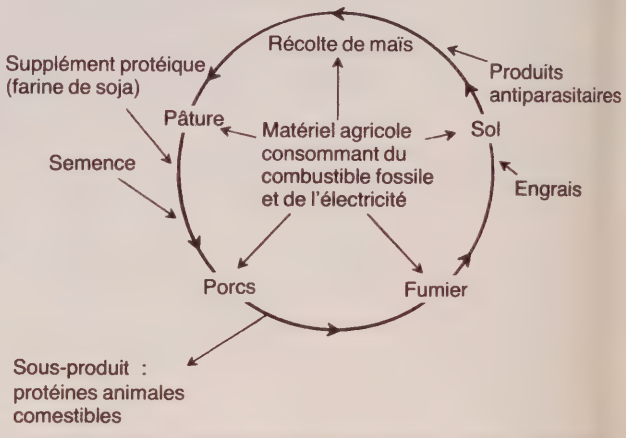
Milieu contrôlé de production de pâture et d'alimentation des animaux (ferme-usine)

★ En étudiant divers moyens d'accroître la productivité du sol, nous avons découvert l'un des systèmes de conversion pâture-énergie parmi les plus efficaces de la plante à l'animal dans les fermes-usines, dans un milieu contrôlé de production de pâture et d'alimentation des animaux. Que pensez-vous de cet énoncé?

La méthode du cycle constitue une autre forme efficace de conversion pâture-énergie. L'exploitant essaie, en pareil cas, d'élever un type d'animal particulier dans un milieu contrôlé et de le nourrir à l'aide d'un produit de récolte particulier et de quelques produits complémentaires. L'exploitant essaie de réduire son apport (coûts) et d'augmenter sa production. S'il est capable d'augmenter son exploitation de façon que le système engendre l'énergie (apports) dont il a besoin pour continuer à fonctionner, on dit qu'il s'agit d'un système fermé.

Figure 5.3

Méthode du cycle – Alimentation du bétail dans un système presque fermé



★ 1. Qu'est-ce qui permet au système de fonctionner?

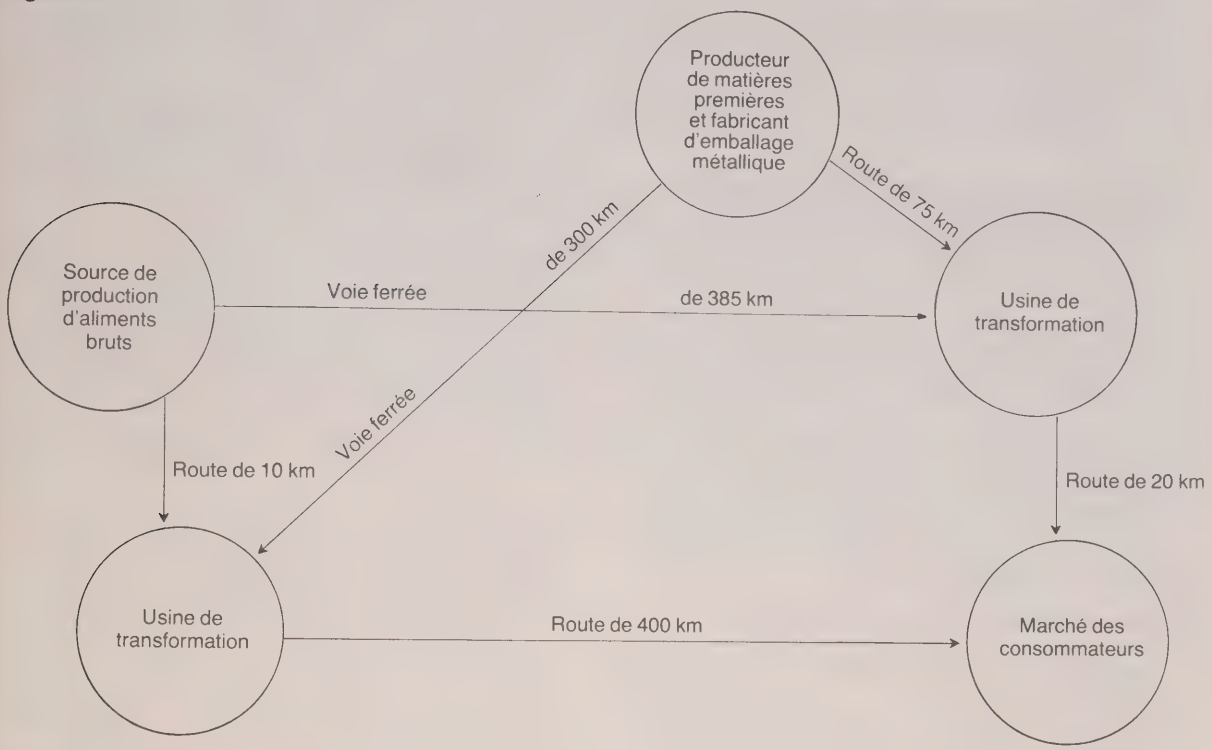
★ 2. Quels éléments faut-il constamment injecter dans le système pour lui permettre de fonctionner?

★ 3. Si l'on supprime les apports extérieurs, cet écosystème simple risque d'être paralysé. Quels sont, par ordre d'importance, les apports extérieurs dont l'absence risque le plus de nuire au système;? Expliquez votre choix

★ 4. Quels sont les sous-produits engendrés par les ressources non renouvelables qu'utilise le fermier dans son écosystème simple. De tous les apports au cycle, quelle est la ressource non renouvelable la plus coûteuse?

Dans nos recherches d'accroissement de la productivité des sols, nous avons déterminé les milieux (climats et sols) les plus propices à certains types de récolte. Dans certains cas, les usines de transformation sont sur place ou à proximité de la source de production de matières premières. Dans d'autres cas, la matière première doit être expédiée dans une ville éloignée, où elle est transformée. Dans les deux cas, le transport constitue une étape qui consomme énormément d'énergie et augmente donc le coût du produit. La figure 5.4 illustre ce problème.

Figure 5.4



★ Lorsque vous obtiendrez des données supplémentaires sur les équivalents énergétiques, vous serez en mesure de comparer le coût d'expédition d'une certaine quantité d'aliments frais à l'usine de transformation et d'emballage située près du marché des consommateurs avec celui du transport à une usine de transformation et d'emballage située près de la source de production de l'aliment brut. Vous devrez tenir compte de la perte possible causée par le pourrissement de légumes ou de fruits frais pendant le transport. N'oubliez pas également de tenir compte de l'amortissement du matériel.

Transport du produit brut

Les céréales sont expédiées par chemin de fer des silos de Winnipeg à Thunder Bay, où elles sont ensuite transportées par cargo jusqu'à Toronto. Calculez l'équivalent énergétique en combustible diesel consommé pour déplacer 500 kt (kilotonnes) de Winnipeg à Toronto en vous servant des données suivantes :

Par chemin de fer (y compris l'amortissement) = 360 (kJ/t)/km
Par bateau (y compris l'amortissement) = 300 (kJ/t)/km
Par camion (y compris l'amortissement) = 770 (kJ/t)/km

Charge maximale pour chaque type de transport :

Wagon de chemin de fer = 110 m^3
Cargo (Grands Lacs) = 18 200 m^3
Camion = 36 t (tonnes)

Il y a 36,74 boisseaux de blé par tonne. Quel est l'équivalent énergétique en gigajoules par tonne par kilomètre? Combustible diesel = 38,4 MJ/L (1 L coûte 17¢). Quel serait le coût supplémentaire en mégajoules par tonne par kilomètre s'il fallait le transporter uniquement par chemin de fer?

Transformation, emballage et stockage des aliments

Nous ne disposons pas, à l'heure actuelle, des équivalents de dépense énergétique pour cet exercice. Toutefois, il vous faut savoir que chaque augmentation de coût reflète une consommation accrue d'énergie.

★ Notez le volume de jus de fruit consommé par votre famille dans une semaine et dans un mois. Calculez le coût total (en dollars). À l'aide des données du tableau 5.8, calculez le coût du produit brut et le coût des déchets (emballage).

Tableau 5.8

Ventilation du prix de revient du jus de fruit

Pourcentage	Éléments
16	Produits bruts
2	Lavage
30	Emballage – papier, métal, verre
5	Main-d'oeuvre
9	Transport (moyenne canadienne)
10	Commercialisation
20	Coûts fixes : salaires, recherche, services techniques, administration, dons
4	Impôts
1	Dividendes des actionnaires
3	Expansion

★ Supposons que vous achetiez une tonne de pommes et que vous prépariez vous-même votre propre jus de pomme. Pensez-vous avoir réalisé une économie (n'oubliez pas de tenir compte du travail que vous y avez consacré)? Lorsque vous obtiendrez des équivalents énergétiques pour la transformation et l'emballage, vous pourrez calculer l'économie réalisée en mégajoules par litre.

Il existe des méthodes de récolte, de transformation et de stockage propres à chaque type de fruit, de légume, de céréale et de viande. Certains produits sont plus demandés que d'autres pour diverses raisons : goût, coût, valeur nutritive, conservation, multiples utilisations en cuisine et facilité de préparation.

Le type et la quantité d'unités du produit qui aboutit finalement à l'usine de transformation et d'emballage dépendent non seulement des préférences du consommateur, mais également de la disponibilité et des possibilités de conservation du produit brut.

Sous l'action microbienne, plus ou moins importante suivant les conditions ambiantes, tous les produits bruts finissent par se gâter. La conservation d'un produit brut est indirectement liée à sa teneur en eau. Dans les usines de transformation, des équipes de chercheurs et de techniciens s'efforcent de déterminer à quel moment chaque produit doit être cueilli et transformé afin d'en optimiser la qualité.

★ 1. Calculez le prix de revient de la mise en conserve d'une grosse quantité de fruits ou de légumes et comparez le montant obtenu au coût d'un produit semblable vendu dans un magasin d'alimentation.

★ 2. Dressez une liste des divers moyens dont vous disposez chez vous pour transformer et conserver les aliments. Une fois que vous avez trouvé de bonnes méthodes, vous pouvez acheter des fruits et des légumes de saison ainsi que d'autres produits en grosses quantités et à meilleur marché. Dans de nombreux magasins de produits naturels, marchés agricoles et petits détaillants indépendants, on peut acheter des aliments en gros. Calculez la différence de coût, sur certains articles, lorsque vous les achetez en gros (50 kilos de pommes de terre, de pommes, de boeuf, de sucre, de farine, etc.) et lorsque vous les achetez au détail dans les emballages habituels.

★ 3. L'industrie publicitaire encourage la course aux emballages. En outre, l'évolution de la réglementation gouvernementale entraîne automatiquement des changements dans la publicité et l'emballage. Citez quelques-uns des récents changements que vous avez relevés dans la publicité et l'emballage des produits que vous achetez. Ces changements facilitent-ils la comparaison à poids égal des produits? N'oubliez pas que l'énergie consommée se répercute sur le coût du produit chaque fois qu'il y a un changement d'emballage.

★ 4. Combien de compagnies produisent les mêmes aliments? Leurs produits sont-ils tous emballés selon les mêmes format, poids et énergie par valeur nutritive? Les indications qui apparaissent sur l'emballage sont-elles les mêmes dans chaque cas? Le prix est-il le même? Pourquoi le commerçant annonce-t-il des produits d'appel et offre-t-il des prix spéciaux?

★ 5. Certains emballages sont nécessaires, car ils protègent les aliments pendant le transport. Toutefois, le marchand a souvent des raisons particulières d'emballer certains produits. Quelles sont ces raisons? Valent-elles l'augmentation supplémentaire du prix d'achat du produit?

★ 6. Si l'on en juge d'après les récentes lois, le ministère ontarien de l'Environnement penche de plus en plus en faveur de la suppression des contenants non consignés de boissons gazeuses. Quels sont les facteurs dont a dû tenir compte l'équipe de travail du ministère pour recommander le retour aux contenants consignés?

★ 7. Si vous étiez chargé de l'emballage d'aliments, de quels éléments devriez-vous tenir compte pour choisir les inscriptions de l'étiquette, la taille et le matériel d'emballage ainsi que le mode de manutention et de stockage?

★ 8. Pour quelles raisons certains fermiers stockent-ils leurs récoltes (céréales, pommes, pommes de terre, par exemple)? À chaque type de récolte correspondent des conditions et un cadre particuliers. Énoncez les divers facteurs dont vous devriez tenir compte pour empêcher que les éléments stockés ne se gâtent.

★ 9. Si vous vivez près de silos à grain ou d'un moulin, essayez de visiter ces installations. Quel coût de stockage faut-il ajouter au coût final du produit? Combien d'énergie est nécessaire pour déshydrater et stocker une tonne de céréales pendant cinq mois? Si vous vivez dans une région productrice de fruits et de légumes, vous pouvez vous renseigner sur la quantité d'énergie électrique qu'il faut pour stocker une tonne de vos fruits ou légumes préférés pendant une période déterminée.

★ 10. Essayez de vérifier quel est le matériau d'emballage commercial le plus efficace pour congeler un aliment particulier chez soi.

★ 11. Préparez le menu d'un déjeuner, d'un dîner et d'un souper d'une famille de cinq personnes, composée de deux adultes et de trois adolescents, en choisissant à l'annexe «Valeur nutritive de quelques aliments usuels», p. 33-55, les aliments les plus énergétiques et nutritifs. Si vous ne pouvez pas vous procurer les aliments nécessaires pour faire l'exercice, vous pouvez vérifier les coûts relatifs d'achat des produits sous diverses formes et les inscrire dans un tableau tel que le tableau 5.9. Calculez le prix unitaire de chaque produit dans chaque catégorie – frais, congelé et emballé. Faites le total des colonnes 1, 2 et 3. Sont-ils différents?. De combien le coût variera-t-il lorsque vous y aurez inclus la consommation d'énergie nécessaire à la préparation et à la cuisson des aliments? Discutez de vos résultats.

Remarque. Pour trouver la valeur alimentaire en kilojoules, multipliez la valeur donnée en calories par 4,2. Par exemple,
200 cal = 200 × 4,2 kJ
= 840 kJ

Préparation des aliments

★ Calculez la quantité d'énergie électrique (ou de gaz) utilisée chez vous hebdomadairement pour préparer les repas ainsi que la quantité d'énergie dépensée par la ou les personnes qui préparent les repas. (Aux fins de vos calculs, supposez que la quantité d'énergie dépensée pour la préparation des repas est de 18,8 kJ/min.)

Pouvons-nous économiser de l'énergie en préparant nous-mêmes notre nourriture?

Il est possible d'économiser de l'énergie (gaz ou électricité) en utilisant des ustensiles de cuisine appropriés et en choisissant une température de cuisson convenable.

★ Effectuez l'expérience du tableau 5.10 avec les variations suggérées afin de trouver la meilleure façon de faire cuire les aliments. Calculez l'énergie nécessaire, dans chaque cas, pour porter l'eau à ébullition. Il est important d'utiliser le même type de contenant métallique durant toute l'expérience.

★ Comparez vos résultats avec ceux des autres élèves. Comment appelle-t-on cette méthode de transfert de chaleur?

Existe-t-il des batteries de cuisine qui permettent d'économiser plus d'énergie que d'autres?

Vous avez probablement déjà vu des poêlons dont le fond est en fer, en aluminium, en verre, en pyrex, en acier inoxydable, en étain ou en cuivre. Mettez au point une expérience qui vous

Tableau 5.9

Articles alimentaires choisis	Énergie alimentaire en kilojoules	Produits frais			Produits congelés			Produits emballés : Emballage métallique Emballage papier		
		Quantité	Prix d'achat	Prix à la consommation	Quantité	Prix d'achat	Prix à la consommation	Quantité	Prix d'achat	Prix à la consommation
Total										
Colonne				1			2			3

Tableau 5.10

Expérience	Récipient fait du même métal				Réglage de la température			Volume d'eau	Notez le temps nécessaire pour amener l'eau à ébullition
	Grand contenant	Petit contenant	Couvercle hermétique	Sans couvercle	Haut	Moyen	Bas		
1	X		X			X		1 L	
2		X	X			X		1 L	
3	X			X		X		1 L	
4	X		X		X			1 L	
5	X		X				X	1 L	

permette d'évaluer le degré de conductivité des divers matériaux. Tous les poêlons doivent avoir la même taille; seul varie le matériau du contenant. Pourquoi existe-t-il une aussi grande variété d'ustensiles de cuisine?

L'autocuiseur permet-il d'économiser de l'énergie?

★ Familiarisez-vous avec le fonctionnement de l'autocuiseur. Choisissez une casserole munie d'un couvercle ayant la même contenance que l'autocuiseur. Versez la même quantité d'eau et de légumes dans la casserole et dans l'autocuiseur. Placez chaque récipient sur un foyer de cuisson de même taille, réglez les boutons de commande à la même température et notez le temps de cuisson des aliments pour chaque contenant. (Cherchez dans le guide d'utilisation de l'autocuiseur le temps de cuisson exact des légumes choisis.)

Remarque. Pourquoi doit-on faire refroidir l'autocuiseur dans de l'eau ou le laisser refroidir pendant un moment avant de l'ouvrir?

★ Vérifiez si les légumes sont bien cuits. Comparez le temps de cuisson pour les deux contenants.

★ Avez-vous économisé de l'énergie en utilisant l'autocuiseur? Pourquoi n'y a-t-il pas plus de personnes qui utilisent cet ustensile? Quelles en sont les limites en cuisine?

★ **Cuisson à l'eau ou à l'huile?**

Les huiles et l'eau sont les liquides les plus fréquemment utilisés dans la préparation des aliments. Mettez sur pied une expérience qui vous permette de déterminer lequel de ces liquides (huile ou eau) demande le moins de chaleur pour faire bouillir des pommes de terre. Veillez à garder toutes les variables constantes. Utilisez la même quantité d'huile et d'eau. Soyez très prudent avec l'huile.

Quel est, des deux liquides, celui qui est arrivé le premier à ébullition? Lequel des deux a conservé le plus longtemps sa

chaleur après que vous avez ramené à 0 le bouton de commande?

★ **Rapport de la superficie à la masse**

L'efficacité du transfert d'énergie par conduction dépend du rapport superficie-masse. Pouvez-vous le prouver?

Profitez des gâteaux!

★ Pour cuire la plupart des gâteaux (recette personnelle ou préparation à gâteaux), il faut chauffer le four à une certaine température avant d'y placer le gâteau. Le fabricant des préparations à gâteaux souligne l'importance de cette étape, dont dépend la réussite du gâteau. Pensez-vous que l'on pourrait utiliser le four pour préparer un mets pendant l'étape de préchauffage avant la cuisson d'un gâteau?

★ Aux fins de l'expérience, le four doit avoir une vitre. Placez un thermomètre dans le four à un endroit où vous pourrez facilement le voir par la vitre. Réglez le sélecteur de température du four à la température désirée pour faire cuire le gâteau : par exemple, 175°C. Préchauffez le four. Tracez un graphique température-temps jusqu'à 175°C. Surveillez constamment le voyant du four qui indique si les éléments fonctionnent ou sont arrêtés. Relevez la température et le temps chaque fois que le voyant s'éteint et se rallume jusqu'à ce que le gâteau soit cuit. Selon vos observations, combien de temps avant la fin de cuisson prévue sur le paquet de préparation pouvez-vous éteindre le four?

★ Achetez et préparez votre préparation à gâteaux favorite. Réglez la minuterie et le sélecteur de température du four à l'heure et à la température indiquées sur les instructions. Placez la préparation dans le four sans préchauffage. Lorsque la minuterie sonne, éteignez le four. Laissez le gâteau dans le four pendant une durée équivalente au préchauffage. Le gâteau est-il bon? Avez-vous économisé de l'énergie?

Si vous n'êtes pas satisfait des résultats de l'expérience, vous pouvez également économiser de l'énergie (électricité ou gaz) en faisant le tour des magasins pour trouver des préparations à gâteaux ou autres qui demandent une durée de préchauffage et de cuisson moins longue.

★ **Le four, la cuisson la plus économique**

Faites cuire un pain dans le four. Notez le nombre de fois que le voyant s'allume et le temps nécessaire pour faire cuire le pain. Placez ensuite quatre pains dans le four et enregistrez le nombre de fois que le voyant s'allume ainsi que le temps nécessaire pour faire cuire les quatre pains. Combien d'énergie auriez-vous dépensée pour faire cuire les quatre pains séparément? Quelles conclusions pouvez-vous tirer de l'expérience?

★ **Les habitudes culinaires ont la vie dure!**

Observez et notez pendant une semaine les habitudes culinaires de votre famille. Auriez-vous des conseils à formuler? Comparez les méthodes utilisées chez vous – nombre de foyers de cuisson utilisés, durée et température de cuisson – avec celles des autres élèves. N'oubliez pas les goûters et les collations.

★ **Pitié pour votre réfrigérateur!**

Chaque fois que vous placez un aliment dans le réfrigérateur, il faut de l'énergie pour réfrigérer progressivement le produit jusqu'à ce qu'il atteigne la température du thermostat intérieur. Passez en revue tous les produits qui se trouvent dans le réfrigérateur et essayez mentalement de trouver un endroit où vous pourriez les ranger en cas de panne d'électricité ou de gaz.

★ Faut-il conserver tous les aliments dans le réfrigérateur jusqu'à ce qu'on les utilise? Prélevez un échantillon de chaque produit (un oeuf, un peu de miel, de confiture, de viande, un légume ou un fruit), placez ces échantillons à différents endroits dans la maison et comparez leur aspect et leur qualité à ceux qui sont restés dans le réfrigérateur jusqu'au moment de les utiliser. Qu'en concluez-vous?

★ Vérifiez le réglage de votre réfrigérateur. Faites-le passer au cran supérieur et surveillez, pendant une semaine, l'état des aliments au moment de leur utilisation. S'il n'y a pas de changements dans la qualité, cette température est suffisante. Répétez l'opération jusqu'à ce que vous trouviez la température la plus élevée à laquelle les aliments se conservent. En procédant ainsi, réussissez-vous à économiser de l'énergie?

★ Chaque fois que vous ouvrez le réfrigérateur, de l'air chaud y pénètre et de l'air froid s'en échappe, ce qui oblige le compresseur du réfrigérateur à consommer de l'énergie. Collez une feuille de pointage sur la porte du réfrigérateur et demandez à tous les membres de la famille d'inscrire, pendant une semaine, leur nom et leur but chaque fois qu'ils ouvrent la porte du réfrigérateur. Analysez les résultats obtenus et voyez si vous pouvez optimiser la préparation des repas et les «prélèvements de collations» de façon à réduire le «travail» du réfrigérateur.

★ Beaucoup de familles disposent d'un congélateur. Certains sont installés dans le sous-sol et d'autres dans le garage. Déterminez quel est l'emplacement qui permet de consommer le moins d'énergie.

★ **Petits tuyaux supplémentaires pour rentabiliser l'utilisation de la cuisinière**

Nous avons appris à stocker et à préparer les aliments de façon plus efficace; calculez à présent la quantité d'énergie électrique (ou de gaz) utilisée chez vous pendant une semaine pour préparer les aliments. Quelle quantité d'énergie pourriez-vous économiser d'après le résultat de toutes vos expériences? Tenez compte à la fois de l'énergie électrique (ou du gaz) et de l'énergie humaine dépensées?

★ De quelle façon pourriez-vous réduire le temps de cuisson de grosses quantités d'aliments tels que pommes de terre, betteraves et pommes?

★ La préparation de repas agréables et nutritifs demande une grande planification. Bien qu'il soit traditionnel de servir des plats chauds pendant l'hiver, pouvez-vous persuader votre famille d'avoir un repas froid par semaine de façon à économiser de l'énergie?

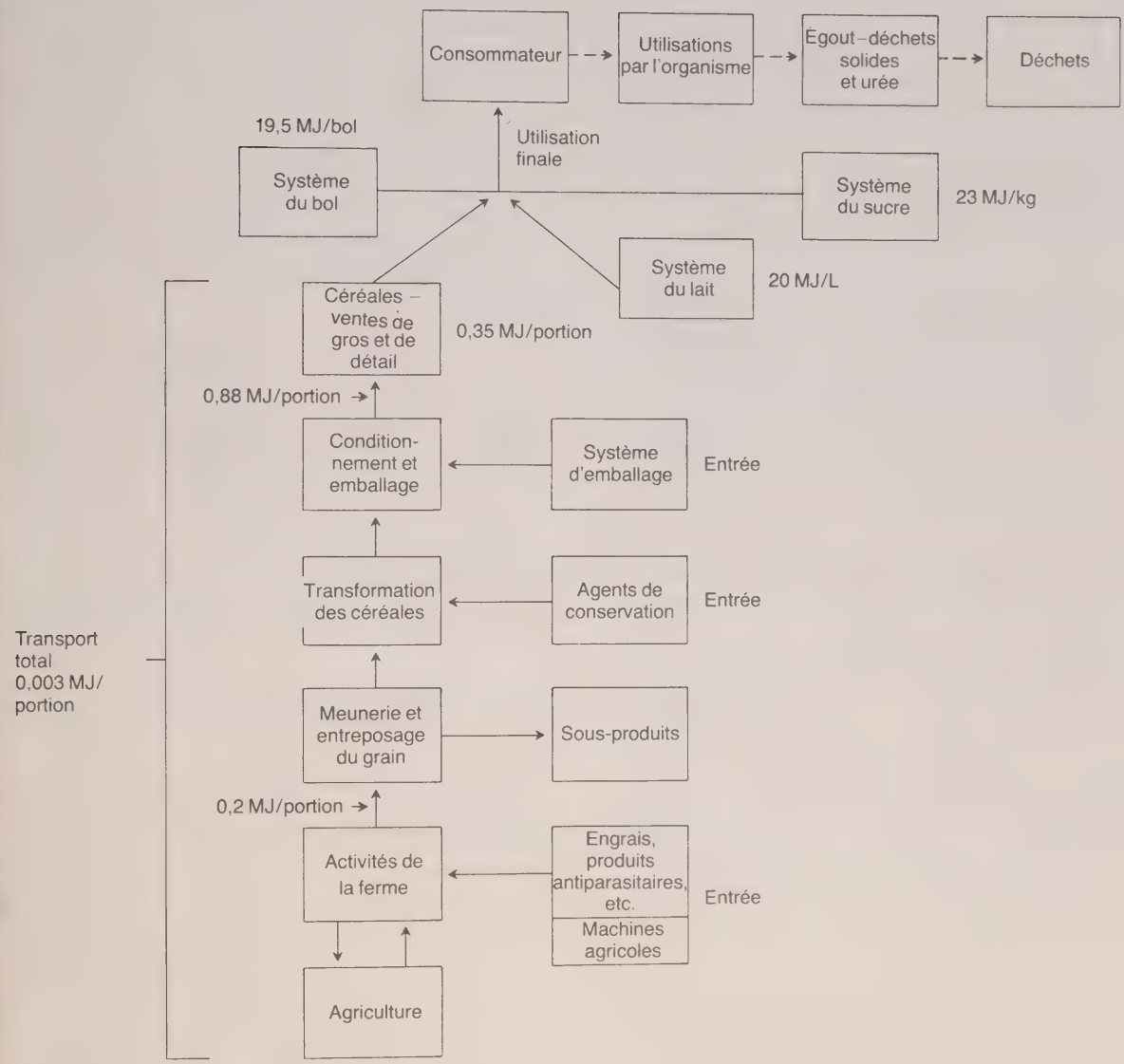
Essayez de faire un repas à «une seule marmite» au moins une fois par semaine. C'est une excellente façon d'économiser de l'énergie!

Calcul de l'énergie dans un système d'acheminement des matériaux

Les systèmes d'acheminement des matériaux décrivent les étapes et l'acheminement de tous les biens qui entrent dans le système, depuis leur état naturel en tant que ressource jusqu'à leur état fini (produits emballés et transformés) au point de consommation : par exemple, pour des céréales, depuis la céréale dans le champ jusqu'à la boîte de céréales du petit déjeuner ou, pour une pomme, de la pomme dans le verger jusqu'au verre de jus de pomme. À chaque étape, le long du parcours, le produit reçoit une certaine quantité d'énergie déployée (qu'on appelle parfois énergie «culturelle») de façon à pouvoir parvenir à l'étape suivante. Pour pouvoir calculer avec le plus de précision possible la pleine quantité d'énergie déployée pour un certain bien, les analystes ont mis au point un graphique d'acheminement (figure 5.5). Le graphique commence au «point de départ» – habituellement la ressource naturelle – et finit au «point d'aboutissement» – le stade de la consommation. Pour chaque système d'acheminement des

Figure 5.5

Graphique d'acheminement du système des céréales



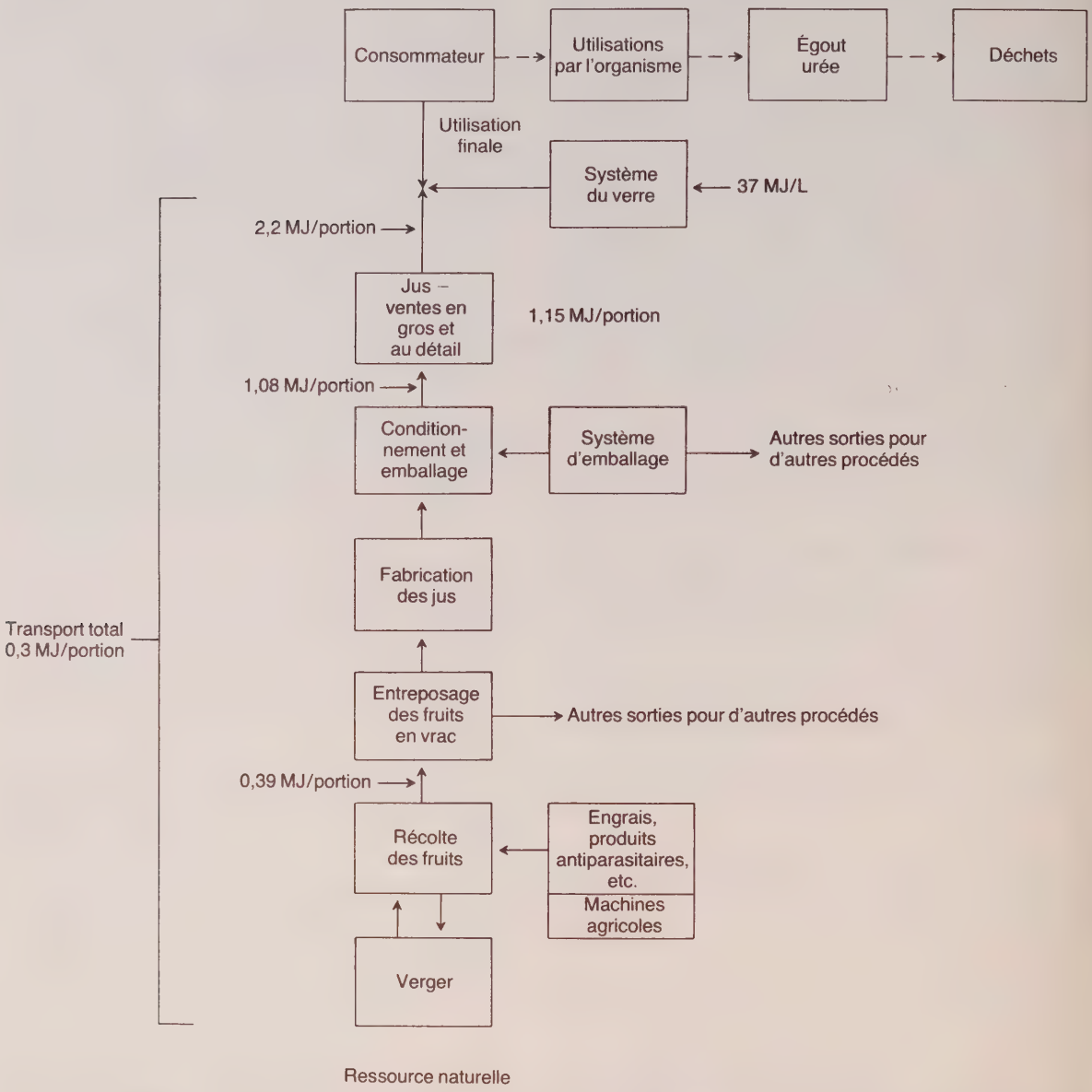
matériaux, l'analyste énergétique peut préciser les paramètres de son système de calcul. Dans un contexte commercial, le calcul se fait généralement dans la devise du pays. Étant donné que le système monétaire fluctue périodiquement, ce calcul ne représente pas la véritable valeur de l'énergie déployée. Pourtant, quelle que soit la valeur du dollar, l'énergie déployée permettant de produire un bien particulier ne varie pas. Par conséquent, les analystes énergétiques préfèrent exprimer l'énergie déployée dans un équivalent énergétique qui demeure constant, à savoir l'énergie contenue dans un litre d'essence ayant un certain indice d'octane.

Afin de pouvoir déterminer la quantité d'énergie déployée dans une industrie alimentaire, une industrie d'emballage ou un transporteur particulier pour produire les divers produits intermédiaires nécessaires à la livraison du produit final, les analystes doivent tenir compte de divers facteurs tels que le coût et l'amortissement du matériel et des installations industrielles, le coût des assurances, de l'énergie électrique et des combustibles fossiles, de la main-d'oeuvre, des matériaux, des produits chimiques, de l'étiquetage, de la publicité et du transport. Tous ces facteurs doivent être exprimés proportionnellement à la production de chaque unité de produit ou de service. Puis, il faut retracer l'acheminement de chaque produit ou service porté sur le graphique de son point final à son point de départ «ressource naturelle»; pour des raisons de précision et d'uniformité, tous ces calculs doivent s'effectuer pour la même période de temps.

Un analyste énergétique commence donc par donner une définition de la consommation finale de biens et de services, la détaille et en donne l'équivalent en unités énergétiques acceptées (système international).

Figure 5.6

Graphique d'acheminement du système des jus de fruit



On peut se procurer auprès de plusieurs sources des tableaux d'énergie déployée dressés pour la production de matériaux et de services et qui entrent dans le calcul des systèmes d'acheminement des matériaux. Veillez, cependant, à vous procurer les données auprès de sources sûres. Ce domaine de recherche est relativement récent, et une étude des données nous a permis de constater des écarts dans les valeurs attribuées aux dépenses énergétiques.

En plus de l'énergie déployée pour produire des aliments, il y a l'énergie inhérente à chaque produit alimentaire. Le taux d'énergie alimentaire mentionné dans les tableaux de valeur nutritive représente l'énergie potentielle optimale convertie par l'organisme en énergie chimique utile.

On ne tient pas compte de cette énergie nutritionnelle dans l'analyse énergétique du système d'acheminement des matériaux. On considère qu'en payant l'énergie déployée du système d'acheminement des matériaux, le consommateur paye pour l'énergie inhérente contenue dans les aliments. On pourrait considérer comme un double calcul le fait de tenir compte des deux types d'énergie dans le calcul de la dépense énergétique. énergétique.

Analyse énergétique de deux systèmes d'acheminement des matériaux : céréales pour le petit déjeuner et jus de fruit

Aux fins du présent exercice, l'utilisation finale est définie pour deux produits : une céréale pour le petit déjeuner et un jus de fruit.

Céréale
Fourniture au consommateur d'une portion moyenne (0,043 kg) d'une céréale sèche couramment utilisée pour le petit déjeuner (blé, maïs ou avoine), consommée avec 0,15 L de lait et avec 0,014 kg de sucre (raffiné).

Jus de fruit
Fourniture au consommateur d'une portion moyenne (0,24 L) de jus de fruit.

Examinez les deux graphiques d'acheminement des matériaux.

Le *système du bol* regroupe toutes les étapes (système complet) de la fabrication, du transport et du traitement d'un bol moyen en céramique d'une contenance de 0,23 kg jusqu'à sa fourniture au consommateur. (Remarque. La «cuillère» n'est pas incluse, car sa part énergétique probable est encore plus petite que celle du bol.)

Le *système du lait* regroupe toutes les étapes de la fourniture de 0,15 L de lait au consommateur.

De même, le *système du sucre* regroupe toutes les étapes de la fourniture de 0,014 kg de sucre au consommateur.

Le *système du verre* traite de la fourniture d'un verre de contenance moyenne au consommateur.

On a inclus ces quatre systèmes dans l'analyse pour montrer la part d'énergie qu'ils représentent dans le système total par rapport à celle du système de la céréale ou du jus de fruit lui-même. L'une des premières tâches de l'analyste énergétique consiste à décider, parfois à l'avance, s'il faut inclure ou exclure certains systèmes dans le calcul.

★ Quels autres systèmes auriez-vous pu inclure dans ces graphiques d'acheminement (le cas de la «cuillère» a déjà été mentionné)?

Au moment de la rédaction de la présente section, nous ne disposions pas de chiffres individuels sur la dépense énergétique entraînée par le stockage, le traitement et l'emballage de ces produits. Comment calculeriez-vous la consommation énergétique globale de ces opérations par portion?

★ Indiquez les différents apports énergétiques qui vont de pair avec les étapes suivantes du système d'acheminement des matériaux : 1) exploitation agricole, meunerie et étapes de transformation de la production de la céréale; 2) récolte, transformation et vente au détail de la production de jus de fruit.

Il est à noter que des matériaux partent vers d'autres systèmes de presque toutes les cases du graphique d'acheminement. Prenez, par exemple, la case «entreposage des fruits en vrac» dans le système du jus de fruit. Le fruit cueilli sur l'arbre ne sert pas seulement à faire des jus de fruit; il intervient également dans les systèmes des fruits en conserve, fruits frais, bonbons, boissons; une partie de la production est également exportée. Tous ces produits sont des coproduits du processus de transformation. Citez d'autres coproduits de ces systèmes.

★ 1. Une fois que l'analyste énergétique connaît la quantité d'énergie nécessaire au déroulement du processus de transformation, il doit répartir cette quantité d'énergie parmi les coproduits, généralement suivant leur poids. En fonction de quels autres critères peut-on répartir cette énergie?

★ 2. Les deux graphiques d'acheminement contiennent des valeurs énergétiques cumulatives, représentatives de chaque processus (encadré) décrit, incluant ainsi toutes les étapes antérieures. Cette énergie est celle que dépensent les humains; elle ne contient en aucun cas l'énergie nutritionnelle inhérente aux aliments. Comment pouvons-nous libérer cette énergie inhérente des aliments?

★ 3. Système de la céréale : S'il a fallu consommer 0,88 MJ/portion jusqu'à l'étape (incluse) «conditionnement et emballage» et 0,2 MJ/portion jusqu'à l'étape (incluse) des «activités de la ferme», quelle est la quantité totale d'énergie dépensée pour l'étape «meunerie et entreposage du grain», l'étape «transformation des céréales» et l'étape «conditionnement et emballage»?

★ 4. Système du jus : Si 2,2 MJ représentent l'énergie dépensée pour produire 0,24 L de jus prêt à la consommation et qu'il faille 9 MJ pour fabriquer et livrer au consommateur le verre et 0,3 MJ pour le transport, quelle aura été la dépense énergétique totale avant que le verre de jus de fruit arrive sur la table du consommateur?

★ 5. Système de la céréale : Quelle aura été la quantité totale d'énergie dépensée pour servir à une famille de cinq personnes des céréales dans un bol avec du lait et du sucre?

★ 6. Système de la céréale : Quelle aura été la quantité d'énergie totale dépensée pour permettre à une personne de manger des céréales pendant cinq jours? (Aux fins du calcul, supposons qu'il faille cinq portions de céréale, lait et sucre, mais que le même bol serve pour toutes les portions.)

★ 7. Quelle est la différence de dépense d'énergie entre servir un petit déjeuner à cinq personnes et cinq petits déjeuners à une personne?

★ 8. Quelle aura été la quantité totale d'énergie dépensée par les deux systèmes pour permettre à une personne de manger des céréales et de boire du jus de fruit pendant cinq jours?

Réponses

1. Valeur en dollars, volume, «valeur» pour la société, etc.

2. Combustion, réactions chimiques, consommation, etc.

3. 0,88 MJ/portion − 0,2 MJ/portion = 0,68 MJ/portion.

4. (9 + 0,3 + 2,2) MJ/portion = 11,5 MJ/portion.

5. 5 × (19,5 + 1,23 + 0,003 + 2,95 + 0,32) MJ/portion = 120 MJ pour cinq portions (chaque personne a besoin de chacun des éléments suivants : lait, sucre, céréale et bol).

6. [5 × (1,23 + 0,003 + 0,32 + 2,95) + 19,5] MJ = 42 MJ.

7. (120 − 42) MJ = 78 MJ.

8. [5 × (1,23 + 0,003 + 0,32 + 2,95 + 2,2 + 0,3) + 9 + 19,5] MJ = 63,5 MJ.

Calculs détaillés des graphiques d'acheminement des matériaux (à titre d'indication pour les enseignants)

★ Pour de plus amples renseignements, consultez les références données à la page 25.

Système du bol
Fritsch et Castleman, dans *Lifestyle Index*, page 24, nous donnent les chiffres correspondant à la fabrication et à la commercialisation des articles de poterie, de faïence et de porcelaine aux États-Unis en 1970-1971 :

5 unités énergétiques (U.E.) par personne × 34 300 BTU/U.E. = 171 500 BTU par personne.

Supposons qu'un bol représente, en poids, 1/40 de l'ensemble des articles de poterie, faïence et porcelaine d'un ménage et qu'un ménage se compose en moyenne de 4,3 personnes, on a :

171 500 BTU par personne = 4,3 personnes par ménage × 1/40 des articles × 1 055,06 J/BTU = 19,5 MJ/bol.

Système du lait
L'entreprise *Middleton Associates,* dans *An Adaptation of Albert Fritsch's Lifestyle Index,* page 8, donne les chiffres suivants (1972) pour le lait et le fromage au Canada :

Production et transformation – 58 U.E. par personne
Ventes de gros et de détail – 6 U.E. par personne

Le rapport de consommation lait-fromage en masse par famille est de 15 à 1.

Production et transformation du lait	54 U.E. par personne
Ventes de gros et de détail	5,6 U.E. par personne
	59,6 U.E. par personne

soit 2 170 MJ par personne.

Le ministère de l'Environnement dans *General Report of the Solid Waste Task Force,* page 155, tableau VI 1.1, donne la consommation moyenne de lait en Ontario par personne : 97,1pintes par personne en 1972 ou 110,35 L par personne.

Si l'on multiplie ce chiffre par la portion de 0,15 L d'une personne pour le déjeuner,

0,15 L × (1/110,35) par personne/L × 2 170 MJ par personne = 2,95 MJ par portion.

Système du sucre
L'entreprise *Middleton Associates,* dans *An Adaptation of Albert Fritsch's Lifestyle Index,* page 8, donne pour le sucre et les sirops (on considère que, sur le plan de la consommation, ils s'équivalent) les chiffres suivants :

Production et transformation	17 U.E. par personne
Ventes de gros et de détail	12 U.E. par personne
	29 U.E. par personne ou 1 050 MJ par personne

Albert Fritsch et B.I. Castleman, dans *Lifestyle Index,* page 71, nous donnent la consommation de sucre raffiné aux États-Unis en 1973 : 102,1 lb par personne (46,3 kg par personne). Si l'on suppose que la consommation de sucre canadienne est la même :

1 050 MJ par personne × 1/46,3 par personne/kg × 0,014 kg/portion = 0,32 MJ/portion.

Système du verre
Le ministère de l'Environnement dans *General Report of the Solid Waste Task Force,* page 122, présente le tableau V 3.7 pour 1973 :

8 316 BTU/bouteille en verre réutilisable, soit environ 8,14 MJ/verre.

Si l'on ajoute 500 BTU pour le transport et la livraison au consommateur, on obtient 9 MJ/verre.

Système du jus
Albert Fritsch *et al,* dans *Energy and Food,* page 41, nous donnent le chiffre total de 4 000 BTU/lb pour les jus de fruit en conserve, soit, pour une portion de 0,24 L et en supposant une densité relative de 1, une quantité équivalente de 2,23 MJ par portion.

Fritsch et Castleman, dans *Lifestyle Index,* nous donnent les chiffres suivants pour les produits en conserve et congelés aux États-Unis en 1973 :

Production et transformation	28 U.E. par personne
Ventes de gros et de détail	30 U.E. par personne

Si l'on décompose le chiffre de 2,23 MJ/portion à la lumière de ce qui précède, nous avons :

Production et transformation	1,08 MJ/portion
Ventes de gros et de détail	1,15 MJ/portion
Total (sans le transport)	2,23 MJ/portion

Système de la céréale
L'entreprise *Middleton Associates,* dans *An Adaptation of Albert Fritsch's Lifestyle Index,* page 8, nous donne les chiffres suivants pour les céréales et les produits de boulangerie pour l'année 1972 :

Production et transformation	43 U.E. par personne
Ventes de gros et de détail	17 U.E. par personne
	60 U.E. par personne ou 2 171 MJ par personne

Albert Fritsch *et al,* dans *Energy and Food,* page 69, nous donnent la consommation américaine par personne d'avoine, de blé et de maïs pour l'année 1973 : 8,4 lb (nous la supposons identique au Canada). Par conséquent, si l'on prend 0,043 kg/portion et que l'on suppose que les céréales représentent environ 1/20 par masse de consommation de céréale et de pain, nous voyons que :

2 171 MJ par personne × 8,4 lb × (2,2 kg) × 0,043 kg × 1/20 = 86,258 MJ/portion.

Si l'on répartit ces données en fonction des chiffres précédents de *Middleton Associates,* nous avons :

Production et transformation	0,88 MJ/portion
Ventes de gros et de détail	0,35 MJ/portion
	1,23 MJ/portion (sans le transport)

Transport des céréales et des jus de fruit

Céréales
Albert Fritsch *et al,* dans *Energy and Food,* page 45, situent l'énergie moyenne dépensée pour le transport aux États-Unis à 25 BTU/lb. Pour une portion de 0,043 kg et si l'on tient compte, au Canada, d'une majoration de 25% en raison des distances, on obtient 0,003 MJ/portion.

Jus de fruit
Albert Fritsch *et al,* dans *Energy and Food,* page 41, situent l'énergie moyenne dépensée aux États-Unis à 426 BTU/lb. Pour le transport de 0,24 L/portion, avec une densité relative de 1 et une majoration de 25% en raison des distances, au Canada, on obtient 0,30 MJ/portion.

Énergie dépensée pour la récolte

Céréales
Albert Fritsch *et al,* dans *Energy and Food,* page 45, indiquent que, sur la quantité totale d'énergie dépensée, 15% sont consacrés aux travaux de la ferme. Si l'on applique ce rapport à 1,23 MJ, on obtient 0,2 MJ/portion.

Jus de fruit
Albert Fritsch *et al,* dans *Energy and Food,* page 41, nous permettent de la même façon d'obtenir 0,39 MJ/portion pour les jus de fruit.

Déchets

Nous sommes une société de consommation et de «gaspillage». Quand nous jetons nos ordures, nous jetons de l'énergie. Pensez au gaspillage d'énergie déployée qui se fait par l'industrie minière pour les métaux, l'industrie de la pâte et du papier pour le papier et les industries pétrochimiques pour les plastiques utilisés dans les emballages. Le simple fait de jeter ces ordures dans les dépotoirs coûte de l'argent. Quant à l'incinérateur, il consomme encore plus d'énergie.

Pour de plus amples renseignements sur ces formes de pertes d'énergie et sur la façon de les combattre, veuillez écrire à :

100 Façons
C.P. 3 500
Poste C
Ottawa (Ontario)
K1Y 4G1

Cette brochure gratuite vous explique, par de nombreux exemples, de quelle façon vous pouvez économiser énergie et dollars en jetant moins et en triant et en emballant vos ordures.

Les premiers colons engraissaient des porcs et les tuaient pour nourrir leur famille; «les seuls déchets, se vantaient-ils, étaient les cris du porc lorsqu'on l'égorgeait». La remarque vaut toujours pour les abattoirs actuels. Visitez une fabrique alimentaire de viande, vous pourrez constater que chaque partie de l'animal tué est utilisée de bien des façons. Il n'y a pratiquement pas de déchets. Pourtant, notre propension au gaspillage des aliments, particulièrement dans le milieu urbain où le rythme de vie est accéléré, nous a valu le nom de «société de consommation et de gaspillage».

Les aliments transformés ne sont pas les seules choses que nous gaspillons. Souvent, lors de crises économiques, de grosses quantités de fruits et de légumes ne sont jamais récoltées. Les insectes, les champignons et les bactéries, qui parasitent les animaux et les plantes, diminuent leur énergie inhérente et parfois même les tuent. Nos expériences avec des additifs alimentaires et d'autres produits chimiques détruisent des plantes, des animaux et leurs produits. Des erreurs de procédés industriels entraînent des pertes. Il y a également les pertes entraînées par les incendies, la grêle, les gelées, la sécheresse et les tempêtes de vent qui détruisent plantes et animaux.

Nous semblons ne pas nous préoccuper du tout du gaspillage d'énergie (combustibles fossiles) occasionné par la livraison par train ou par camion des marchandises dans les villes et par leur retour à vide. Nous sommes également incapables de récupérer l'énergie des déchets animaux (fumier) et humains (défécation). Notre inaptitude relative à domestiquer l'énergie éolienne, à produire par la génétique de nouvelles plantes capables de convertir plus efficacement l'énergie solaire et à récupérer une plus grande partie de la chaleur libérée par les fabriques alimentaires est source possible de gaspillage et constitue un véritable défi pour l'avenir.

★ Quelles solutions proposez-vous? Voici quelques exercices qui vous permettront de mieux comprendre les problèmes liés à l'élimination des déchets.

★ Selon des estimations, en Ontario, les animaux de ferme produisent approximativement 42 000 000 de tonnes de fumier chaque année. Le recyclage de ce fumier sous forme d'engrais et d'hydrocarbures gazeux permettrait de produire une énergie équivalente à 8 × 4,546 L d'essence par tonne de fumier. Calculez la quantité d'énergie que l'on pourrait retirer de ce fumier animal. S'il était possible d'utiliser cette énergie pour produire des aliments, combien de personnes pourrait-on nourrir à partir de cette production?

★ Si l'usine d'épuration des eaux d'égout est incapable de «digérer» convenablement les dangereux métaux lourds, les boues ne pourront pas servir d'engrais pour la croissance des plantes. Les sous-produits des procédés chimiques utilisés dans l'industrie produisent des matières polluantes. Ces métaux lourds sont dangereux à la fois pour les plantes et les animaux. Demandez à votre professeur de chimie s'il est possible de réaliser un thème de recherche sur l'analyse de vos eaux d'égout.

★ Organisez une visite à l'usine locale d'épuration des eaux d'égout. Quelles sortes de déchets obtient-on en faisant complètement brûler les vidanges? Quel est l'équivalent énergétique du traitement des vidanges dans un champ d'épandage? Vous pouvez demander ces renseignements à un ingénieur de votre commission des services publics.

Il est difficile d'évaluer le coût du gaspillage des aliments par ménage. Des chiffres prudents indiquent qu'il pourrait se situer entre $75 et $125 en moyenne selon la taille de la famille. Les principaux aliments gaspillés, par ordre d'importance, sont les suivants : aliments protéiques; fruits et légumes frais; produits céréaliers (pain, gâteaux); produits emballés (produits minute, repas tout prêts, produits en conserve, etc.); huiles et matières grasses; laitages et aliments trompe-la-faim.

★ Avec la permission et l'aide de votre famille, recueillez et classez tous les aliments gaspillés dans la maison pendant une semaine. Calculez la masse totale de chaque catégorie d'aliments et comparez vos résultats avec ceux des autres élèves. Si vous connaissiez la masse totale des aliments utilisés à la préparation des repas, vous pourriez calculer le pourcentage et le coût de l'énergie perdue.

★ Creusez un trou ou une tranchée dans votre jardin ou dans le petit lopin de terre que vous avez loué à la ville et enterrez-y tous les déchets d'aliments organiques. Ouvrez le trou ou la tranchée périodiquement. Que constatez-vous?

★ Quelle sera la valeur de ces déchets enterrés pour la productivité de votre jardin la saison prochaine? Pouvez-vous attribuer une valeur énergétique à ces déchets? En agissant ainsi, avez-vous gaspillé de l'énergie (en joules)?

Les contenants métalliques et en verre des conserves ainsi que les emballages synthétiques ne se décomposent pas aussi facilement que les déchets organiques. Ces matériaux doivent être incinérés ou enterrés dans un dépotoir. Ils ont une masse et un volume spécifiques.

★ Indiquez différents moyens de réduire à la fois la masse et le volume de vos ordures. Essayez de convaincre votre famille qu'en agissant ainsi vous contribuez à économiser de l'énergie.

★ Renseignez-vous sur la façon dont les grands hôtels, les prisons, l'armée, etc., trient leurs ordures. Qui achète ces restes alimentaires? Comment sont-ils traités?

★ Dans votre maison, quelles sont les raisons qui poussent à jeter de la nourriture? Classez-les dans les groupes suivants : décomposition bactérienne, dessèchement, renversements, lassitude, aliments brûlés, erreurs d'achat, etc. À quels résultats êtes-vous parvenu après un mois de surveillance? Quelles recommandations pouvez-vous faire à votre famille pour lui faire économiser de l'énergie alimentaire?

★ L'enlèvement des ordures ménagères est une opération qui consomme de l'énergie. Selon les estimations effectuées pour une ville de 250 000 habitants, l'enlèvement des ordures coûte chaque fois 45¢ par maison. Dix-huit équipes font en moyenne 625 ramassages par jour. Quel est le coût annuel du ramassage des ordures pour cette communauté? Et encore, le service se limite à amener les ordures au dépotoir. Il en coûte 76 cents supplémentaires par personne et par an pour transporter les ordures de l'entrée du dépotoir jusqu'au trou où elles sont enterrées. Quel est le coût total de l'élimination des ordures?

★ Une équipe de trois hommes (un chauffeur et deux éboueurs) ramasse 1,21 tonne heure-homme d'ordures par heure, combien d'heures faudrait-il aux dix-huit équipes pour ramasser 325 tonnes par jour? Si les équipes travaillent huit heures par jour, à quoi emploieront-elles le reste du temps?

★ Demandez au conducteur quelle est la consommation moyenne en gallons de combustible diesel ou d'essence du camion chaque jour, la charge utile du camion et le nombre de voyages effectués chaque jour jusqu'au dépotoir. Calculez la consommation totale de combustible par tonne d'ordures.

★ Une grande partie de l'énergie des aliments que nous mangeons et que nous éliminons aboutit dans notre fosse septique ou à l'usine d'épuration des eaux d'égout de la communauté. Nous n'avons pas pu jusqu'à présent évaluer la valeur énergétique de ces déchets. Renseignez-vous sur la capacité de l'usine d'épuration des eaux d'égout de votre communauté et sur son coût d'exploitation annuel.

★ Notez combien de fois par semaine vous utilisez la chasse d'eau. Évaluez le nombre de gallons d'eau utilisés chaque fois. Calculez ensuite le coût annuel de l'eau ainsi utilisée. Renseignez-vous sur le prix de l'eau auprès de votre commission des services publics.

★ Pendant un certain temps, évaluez soigneusement la masse des aliments que vous consommez, puis recueillez tous les déchets solides et liquides que vous éliminez dans un pot de chambre. Vous ne pouvez faire cet exercice que si les fonctions de votre organisme sont bien réglées. Calculez le rapport masse absorbée-masse éliminée. Quel est le pourcentage de la consommation totale conservé par l'organisme? Si la fonction digestive est efficace, il doit rester très peu d'éléments nutritifs dans les déchets solides. Quelle autre sorte d'énergie l'organisme dégage-t-il afin de conserver une température constante? Vous pouvez également effectuer ces expériences avec du bétail.

★ 60 g d'urée humaine contiennent 28 g d'azote. Calculez la quantité d'azote qu'élimine votre famille dans l'égout ou la fosse septique chaque année. Quelle est la perte d'énergie si l'urée contient 38,9 MJ/kg et l'azote 83,5 MJ/kg?

Figure 5.7

Évaluation des besoins totaux d'énergie

Sujet : mâle Masse : 60 kg Hauteur : 170 cm Âge : 35 ans

Métabolisme de base : 1 (kJ/kg) / h = 1 kJ × 60 × 24 = 1 440 kJ

Activité			
Type d'activité	Durée (h)	Dépense énergétique	
		(kJ/kg)/h	kJ/kg
S'habiller	1,5	0,166	0,25
Rester assis	6	0,095	0,571
Patiner	0,5	0,833	0,405
Marcher (5 km/h)	2	0,476	0,952
Rester debout sans rien faire	1	0,119	0,119
Dactylographier	4	0,238	0,952
Dormir	8	–	
Jouer du piano	0,5	0,476	0,238
Monter des escaliers	4 étages	0,009*	0,033
Descendre des escaliers	4 étages	0,003*	0,010
Dépense d'énergie totale par kilo		2,415	3,53

Dépense d'énergie totale pour les activités :	
3,53 kJ × 60	211,80 kJ
Dépense énergétique du métabolisme de base	1 440 kJ
Dépense énergétique totale pour le métabolisme de base et les activités	1 651,80 kJ
Effet dynamique spécial (10%)	165 kJ
Besoins énergétiques totaux	1 816,80 kJ

*Dépense par kilogramme pour des escaliers ordinaires (15 marches), sans tenir compte du facteur temps.

4. Plus avec moins?

Si vous voulez que votre génération soit une génération d'économie au lieu d'une génération de gaspillage, respectez la règle des trois R – refusez, réutilisez et recyclez. Essayez de réduire la quantité de déchets en ne jetant pas des sources énergétiques recyclables.

★ Que pouvons-nous faire? Avec l'aide de votre famille, de l'école et de vos voisins, essayez de réaliser le programme suivant :

1. Cultivez vos propres fruits et légumes. Dans certaines grandes villes, il est possible de louer un petit jardin à un prix raisonnable.

2. Avec vos amis, participez aux concours des plus beaux fruits et légumes organisés dans les foires d'automne.

3. Quand vous nettoyez votre jardin, conservez les plantes arrachées et, en les mélangeant aux restes des repas, fabriquez un tas de compost qui vous servira d'humus et d'engrais.

4. Si vous avez des animaux domestiques, donnez-leur les restes.

5. Au moment des récoltes, allez cueillir vous-même de grosses quantités de fruits et de légumes. Amenez des amis avec vous pour passer une agréable journée.

6. Trouvez un coin, chez vous, où vous pourrez ranger vos fruits et vos légumes frais.

7. Achetez en gros le plus de produits alimentaires possible, dans la mesure où vous avez la place pour les conserver et pour les empêcher de se détériorer.

8. Rien ne coûte plus cher que l'achat-réflexe. Planifiez vos achats : préparez une liste des articles dont vous avez besoin et tenez-vous-y! Achetez les produits en réclame qui ont une grande valeur nutritive.

9. Essayez de manger moins de viande. Achetez des aliments riches en protéines qui sont meilleur marché et qui ont à peu de chose près la même valeur nutritive que les viandes.

10. Essayez d'acheter moins de produits minute. Ils sont chers et vous payez surtout l'emballage.

11. Essayez de réduire votre consommation d'aliments très énergétiques tels que les bonbons. Ils coûtent cher et sont incomplets sur le plan nutritif.

12. Organisez une «journée conserve», où vous préparerez tous ensemble vos propres conserves de fruits et de légumes.

13. Déterminez quelle doit être votre consommation énergétique journalière et essayez de vous en tenir à un régime nutritif convenable. L'obésité est une forme de gaspillage d'énergie.

14. Brûlez tout ce qui est combustible dans votre cheminée.

15. Fabriquez des «bûches» avec vos vieux journaux et brûlez-les dans la cheminée ou vendez-les à quelqu'un qui en a une.

16. Évitez autant que possible d'acheter des produits dont les contenants ne sont pas réutilisables.

17. Trouvez des façons d'utiliser les produits jetables et les restes alimentaires : fabrication de savon à base de graisses, par exemple.

18. Organisez-vous entre voisins pour mettre sur pied un programme de triage des ordures en différentes catégories, recyclables dans la région.

19. Réduisez le volume d'ordures en aplatissant les contenants.

20. Retournez les contenants réutilisables, les matériaux d'emballage, les boîtes à oeufs, les sacs en papier, etc., à l'épicier, au détaillant ou au grossiste, de façon qu'ils puissent servir de nouveau.

21. Veillez à ce que vos récoltes ne pourrissent pas en suivant de saines pratiques de jardinage. Vendez ou donnez l'excédent de vos récoltes.

22. Seriez-vous capable de le faire? Pendant la dernière guerre, nombre d'habitants d'Europe centrale utilisèrent leurs selles et leurs détritus alimentaires dans leurs jardins pour enrichir le sol en vue des prochaines récoltes. Il était impossible, à l'époque, de se procurer des engrais industriels ou du fumier animal. Seriez-vous prêt à le faire?

23. Arrêtez de fumer. C'est l'une des plus grandes dépenses d'énergie qui soit, et vous n'en retirez aucune valeur nutritive.

24. Invitez des amis chez vous et préparez un repas à «une seule marmite» – l'occasion rêvée de lancer une nouvelle mode.

25. Évitez d'acheter des aliments qui ont subi trop de transformations. Ils sont chers et ne vous donnent pas le volume et les fibres dont a besoin votre système digestif.

26. Planifiez soigneusement vos achats ainsi que la préparation des repas; vous pouvez économiser de l'énergie électrique (ou du gaz) et de l'énergie humaine.

27. Faites attention à l'utilisation des appareils qui consomment le plus d'énergie lors de la préparation des repas.

28. Vérifiez votre relevé d'électricité (ou de gaz) chaque fois que vous le recevez. Tracez un graphique annuel et comparez-le à celui des autres membres de la classe. À quelle époque de l'année la consommation est-elle la plus élevée? La plus basse? Comment peut-on expliquer ces fluctuations? Quel est le coût par personne dans votre famille par rapport aux autres?

Ce ne sont là que quelques-unes des pratiques qui vous permettraient de réduire les pertes. La vertu de l'économie réside dans l'effort lui-même. N'hésitez pas; allez à la rescousse de l'énergie. C'est peut-être votre vie que vous sauverez ainsi!

5. Approfondissement du sujet – suggestions

Circulation de l'énergie dans le système de production des aliments

Le graphique analytique de circulation de l'énergie (figure 5.8) vous aidera à calculer les diverses dépenses d'énergie déployée (culturelle) dans la production de certains aliments. Ce type de calcul retrace les divers mouvements de biens matériels depuis leur état naturel en tant que ressources jusqu'au point de consommation, d'élimination ou de recyclage.

À chaque étape du parcours, nous devons dépenser de l'énergie pour parvenir à l'étape ou au procédé suivant. La somme des quantités individuelles d'énergie constitue l'énergie totale dépensée.

Les cercles et les courbes représentent les changements d'état; ils comprennent les procédés qui ont le plus d'influence sur toutes les dépenses d'énergie déployée dans la production et la livraison au consommateur d'un produit particulier.

Au fur et à mesure que vous pourrez vous procurer le résultat des recherches actuelles effectuées dans l'industrie alimentaire, vous pourrez choisir un produit particulier et retracer les diverses dépenses d'énergie qui sont nécessaires à sa production.

★ Comparez les dépenses d'énergie déployée et l'énergie calorifique inhérente à l'aliment dans le cadre de la fonction de digestion chimique.

★ Calculez, s'il y a lieu, les rapports de conversion d'énergie des premier, deuxième et troisième niveaux trophiques (alimentation) pour le produit alimentaire choisi au cours de son déplacement dans le système.

★ Quelles solutions recommanderiez-vous pour réduire les pressions qu'exercent sur le système les activités indiquées sur le graphique?

★ Pourquoi considère-t-on un écosystème simple comme un système «fragile» par rapport à un écosystème plus complexe?

Cycles énergétiques

Problème

En essayant d'obtenir des rendements toujours plus élevés par hectare, nous avons doté les terres arables de l'un des écosystèmes les plus instables et les plus imparfaits qui soient. Cela ne se serait pas produit si nous n'avions utilisé que les ressources d'énergie biologique locales. L'importation des ressources énergétiques fait peser une pression extrême sur certains écosystèmes. Si nous continuons à vouloir transformer de force un écosystème naturel (complexe) en un écosystème artificiel plus simple (un produit), nous risquons de perdre notre autonomie locale et d'accroître les tensions que subit l'environnement. L'économie repose de plus en plus sur l'importation de ressources énergétiques pour faire fonctionner l'écosystème instable. Les systèmes d'appui externes sont souvent régularisés par des gens et des organismes qui ne peuvent ou ne veulent pas comprendre les intérêts réels de l'écosystème local. De tels agissements conduisent à réduire et parfois même à détruire les possibilités d'autorégularisation de l'écosystème local.

D'autres formes de pression s'exercent sur le producteur primaire. L'accroissement démographique, l'expansion des villes et leur cortège de complexes industriels et de services, la lutte contre la pollution (nouvelle industrie en pleine expansion) contribuent tous à consommer de l'énergie sous une forme ou sous une autre.

Notre incapacité apparente à trouver des produits de substitution à meilleur marché, à recycler un plus grand nombre de sous-produits de la consommation actuelle ou à trouver d'autres méthodes d'obtention de l'énergie exerce une pression supplémentaire sur nos ressources énergétiques limitées.

Pour que les terres arables puissent produire l'énergie alimentaire nécessaire pour nourrir une population qui s'accroît, il faut veiller à optimiser la productivité des sols. Nous connaîtrons un jour une époque où les règlements gouvernementaux imposeront le type de récolte qui donne les aliments ayant la plus grande valeur nutritive.

Objectifs

1. Se rendre compte de l'ampleur de la dégradation de notre système écologique.

2. Identifier les variables qui exercent des contraintes sur l'écosystème.

3. Trouver des moyens de réduire la consommation d'énergie, tout en maintenant un niveau et une qualité de vie satisfaisants.

4. Comprendre les conséquences du passage d'une économie d'énergie bon marché (époque actuelle) à une économie d'exploitation réglementée et coûteuse de l'énergie.

5. Se rendre compte que les responsables de notre politique énergétique vont être obligés d'optimiser l'utilisation de nos ressources d'énergie actuelles. Des efforts devront s'accomplir dans les secteurs politique, économique et technique de notre société, avant une certaine date, afin que les générations futures puissent bénéficier d'une quantité suffisante d'énergie.

★ **Procédés**

1. Lisez des articles de journaux et de magazines ainsi que des rapports gouvernementaux qui traitent de l'énergie. Déterminez les problèmes dont il est question, discutez-en et indiquez votre point de vue sur chaque problème par une croix sur une droite des valeurs.

2. Invitez des conférenciers en classe pour qu'ils viennent parler des divers aspects des problèmes énergétiques et alimentaires actuels.

3. Projetez des films sur la dégradation de l'écosystème.

4. Dessinez un graphique indiquant le mouvement de consommation d'énergie déployée dans une ferme.

5. Identifiez et analysez les facteurs qui exercent des contraintes sur l'écosystème artificiel (ferme).

6. Visitez une centrale nucléaire afin d'en comprendre le fonctionnement et les conséquences sur l'environnement.

7. Construisez un jeu sur l'énergie. Comparez-le à ceux qui sont en vente sur le marché.

8. Rédigez un rapport de recherche sur la façon dont nous devrions gérer nos ressources énergétiques actuelles afin de ne pas en priver les générations futures.

9. Retenez que la façon la plus efficace de convertir l'énergie est de «capter» l'énergie mécanique des chutes d'eau pour la transformer en énergie électrique. On saute ainsi une étape par rapport aux combustibles fossiles et nucléaires qui doivent être convertis en énergie thermique, puis en énergie mécanique et enfin en énergie électrique.

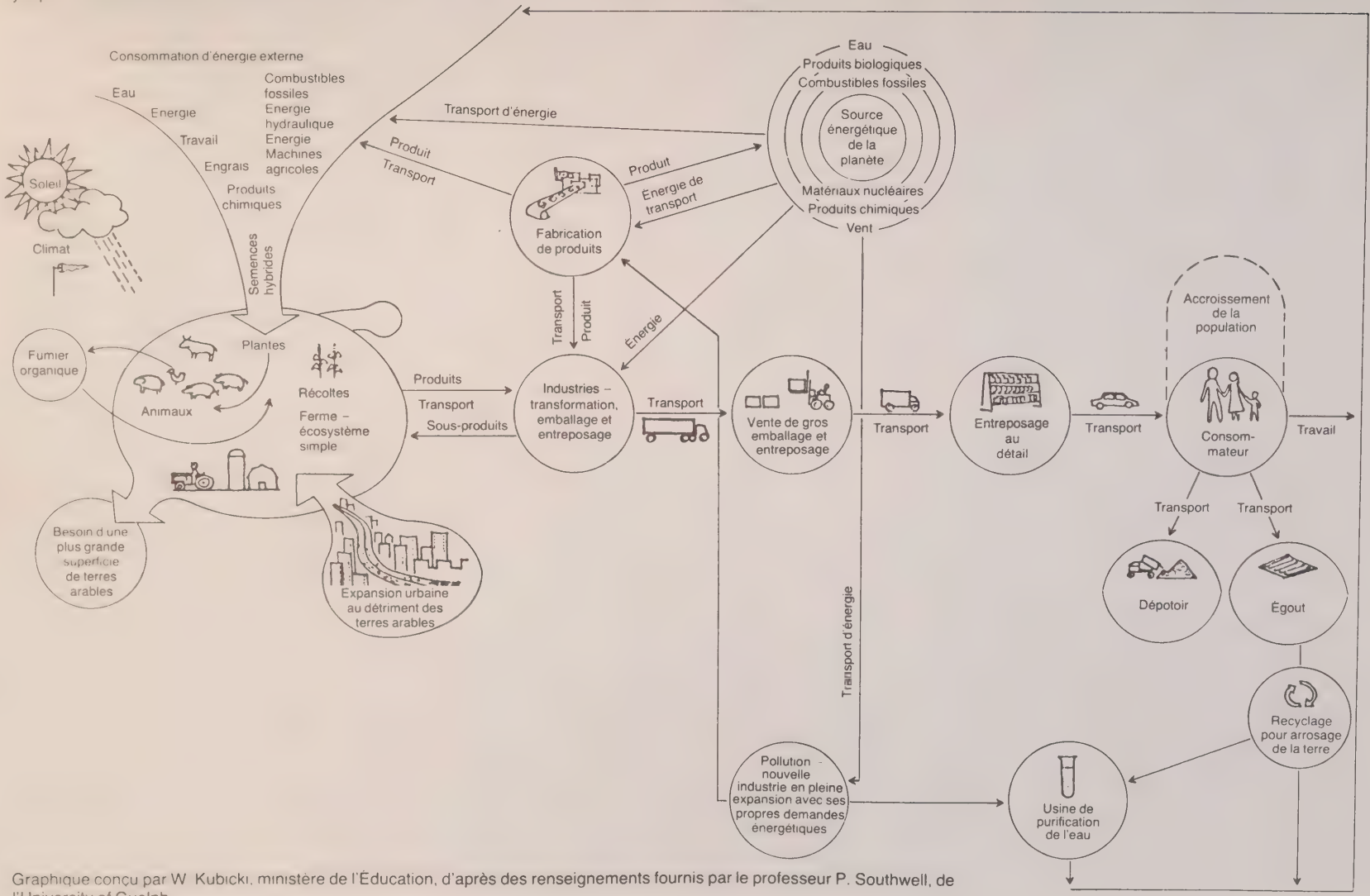
10. Dessinez un graphique indiquant la circulation d'énergie dans la biosphère.

11. Reprenez les diverses formes d'énergie et systèmes de conversion énergétique afin de mieux comprendre leur efficacité et leur fonction.

Figure 5.8

Circulation de l'énergie dans un écosystème simple

L'utilisation de l'énergie est l'un des principaux facteurs qui permettent la production d'aliments, l'augmentation du confort physique et l'amélioration des conditions de vie.



Graphique conçu par W. Kubicki, ministère de l'Éducation, d'après des renseignements fournis par le professeur P. Southwell, de l'University of Guelph.

Sujets

1. Rapports sur l'énergie – provinciaux, fédéraux et autres.

2. Centrales thermiques (combustibles fossiles), centrales hydro-électriques, centrales nucléaires.

3. Fission et fusion. (La fission nucléaire se produit dans un réacteur surgénérateur où les neutrons en excès de l'U 235 permettent de convertir l'U 238 et le Th 232 en Pu 239 et en U 233, qui sont des isotopes fissiles. Cette forme d'énergie pourrait répondre aux besoins énergétiques du monde entier pendant des millions d'années; la fusion thermonucléaire est l'interaction de noyaux d'atomes légers qui produit de nouveaux noyaux, des particules et des radiations à forte énergie.)

4. Convertisseurs d'énergie mobiles, les machines par exemple qui fonctionnent à la vapeur, à l'essence ou au combustible diesel.

5. Formes d'énergie : vent; eau; gravité; combustibles chimiques, solaires, nucléaires et fossiles; fumier; feu; plantes.

6. La terre et l'atmosphère en tant que réservoirs de chaleur.

7. Dépotoirs.

8. Usines d'épuration des eaux d'égout et méthodes de recyclage.

9. Lutte contre la pollution.

10. Énergie dans l'écosystème naturel.

11. Régulation de la population.

12. Niveau et qualité de vie.

13. Aliments énergétiques – nutrition.

14. Procédés d'utilisation de diverses formes d'énergie.

Jeu-réponses sur l'énergie

★ Indiquez si les énoncés suivants sont *vrais* ou *faux*. Les réponses se trouvent ci-contre.

1. Un boisseau de maïs décortiqué (25 kg) renferme plus d'énergie que 10,6 L d'essence. L'énergie contenue dans le maïs est de 14,6 MJ/kg.

2. Il est plus efficace de se procurer des protéines dans le lait, le fromage et les oeufs que dans la viande.

3. Il faut plus d'énergie pour transporter du fromage que du boeuf.

4. La fabrication de lait en poudre consomme plus d'énergie que le débitage et le conditionnement de la viande.

5. Il faut moins d'énergie pour se procurer des protéines avec du lait qu'avec des oeufs.

6. La production de carottes est celle qui fournit la plus grande quantité de protéines et de minéraux (23 g de protéines par joule d'énergie produite) pour la plus faible consommation d'énergie.

7. Les engrais azotés sont ceux qui coûtent le plus cher à produire, car ce sont des ressources renouvelables.

8. Les matières fécales humaines sont plus faciles à récupérer que le fumier animal.

9. À l'avenir, nous serons obligés d'améliorer notre système de récupération des déchets urbains.

10. L'apport chimique à la production d'aliments est directement proportionnel à la disponibilité des combustibles fossiles.

11. Avec l'épuisement des combustibles fossiles, nous serons forcés d'en revenir à une économie de subsistance.

12. Les tracteurs à moteur diesel consomment plus d'énergie que celle des récoltes qu'ils contribuent à produire.

13. Les moteurs diesel produisent environ 38% de plus de travail par litre de combustible que les moteurs à essence.

14. Lorsque vous faites pousser vos légumes chez vous, vous dépensez moins d'énergie de travail que lorsque le produit est cultivé par des agriculteurs.

15. Les plantes ont un meilleur rendement de conversion énergétique (rapport consommation sur production) que les animaux.

Réponses

1. Vrai
2. Vrai
3. Faux
4. Vrai
5. Faux
6. Faux
7. Faux
8. Faux
9. Vrai
10. Faux
11. Faux
12. Faux
13. Vrai
14. Faux
15. Vrai

6. Bibliographie

Borgstrom, G. *Principles of Food Science*. Vol. I et II, Toronto, Collier-Macmillan, 1968.

Canada. Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Bureau de la conservation de l'énergie. *La poubelle au régime. Comment économiser énergie et argent en gaspillant moins*. Ottawa, Imprimerie et Édition, Approvisionnements et Services Canada, 1976.

———. *Lorsque des Canadiens insouciants ou égoïstes gaspillent nos précieuses ressources d'énergie, ils risquent de se trouver face à face avec les enfants terribles*. Ottawa, Imprimerie et Édition, Approvisionnements et Services Canada, 1976.

Canada. Ministère de l'Industrie et du Commerce. *Annuaire du Canada*. Ottawa, Statistique Canada, publication annuelle.

Canada. Ministère de la Santé nationale et du Bien-Être social. *L'alimentation saine*. Ottawa, Imprimeur de la Reine, 1963.

———. *Standards de nutrition au Canada*. Éd. rév., Ottawa, ministère de la Santé nationale et du Bien-Être social, 1975.

. *Valeur nutritive de quelques aliments usuels*. Ottawa, ministère de la Santé nationale et du Bien-Être social, 1971.

Carroll, C., D. Miller et J.C. Nash. *Health*. Dubuque (Iowa), William C. Brown Company, 1976.

Cooper, K.H. *Aerobics*. New York, Bantam Books, 1972.

Dillon, W.J. *Farm Machinery Operating Costs Schedule of Rates for Different Types of Machines in Ontario*. Toronto, Direction de l'économie, ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, 1971.

Downing, C.G.E. *Agriculture et énergie*. Ottawa, Institut de recherches techniques et statistiques, Agriculture Canada, 1974.

Ehrlich, Paul R. et Ann H. Ehrlich. *Population, Resources Environment :* Issues in Human Ecology. 2e éd., San Francisco, W.H. Freeman and Company, 1972.

Fremes, R. et F. Sabry. *Nutri Score*. Agincourt (Ontario), Methuen, 1976.

Fritsch, A.J., L.W. Dujack et D.A. Jimerson. *Energy and Food*. Washington, D.C., Center for Science in the Public Interest, 1975.

Guthrie, H.A. *Introductory Nutrition*. 3e éd., St. Louis (Missouri), The C.V. Mosby Company, 1975.

Hart, G.S. et W.J. McPherson. *Energy and Agriculture in Ontario*. Guelph (Ontario), The Ontario Institute of Agrologists, University of Guelph, 1976.

Hirst, E. *Energy Use for Food in the United States*. Oak Ridge (Tennessee), Oak Ridge National Laboratory, 1973.

Leach, G. *Energy and Food Production*. Washington, D.C., International Institute for Environment and Development, 1975.

Life, J.R., J.H. Passmore et N.W. West. *Concepts in Health*. Tome 3, Toronto, Longman, 1966.

New York State College of Agriculture and Life Sciences, Department of Agricultural Engineering. *Energy Requirements for New York State Agriculture, Part I: Food Production* (Extension Bulletin 405). Ithaca (New York), Cornell University, 1974.

Ontario. Ministère du Trésor, de l'Économie et des Affaires intergouvernementales. *Ontario Statistics*. Toronto, Imprimeur de la Reine, publication annuelle.

Ontario Blue Cross. *Food and Fitness*. Don Mills (Ontario), Ontario Blue Cross, [s.d.] (brochure).

The Ontario Heart Foundation. *Fitness Wheel*. Toronto, The Ontario Heart Foundation, [s.d.] (brochure).

Protein Advisory Group of the United Nations System. «PAG Bulletin III: 3» dans *Proceedings of the Ontario Institute of Agrologists,* 1973.

Southwell, P.H. *Energy in Perspective*. Guelph (Ontario), School of Engineering, University of Guelph, 1974.

Southwell, P.H. et T.M. Rothwell. *Report on Analysis of Output/Input Energy Ratios of Crop Production in Ontario*. Guelph (Ontario), School of Engineering, University of Guelph, 1976.

Timbers, G.E. *et al. Energy Costs of Canadian Agriculture*. Ottawa, Institut de recherches techniques et statistiques, Agriculture Canada, 1976.

Walker, K.E. et M.E. Woods. *Time Use: A Measure of Household Production of Family Goods and Services*. Washington, D.C., Center for the Family, American Home Economics Association, [s.d.].

Webster, D. *A Case Study: Odour Pollution, Soil Testing and Manure Disposal*. Teeswater (Ontario), Environmental Science Teachers' Association of Ontario, [s.d.].

Publications

American Society of Agricultural Engineers, Box 229, St. Joseph, Michigan 49085. Divers rapports ont été présentés aux réunions de l'A.S.A.E. de 1975 sur les relations entre la production énergétique et la production alimentaire.

Bulletin. Environmental Science Teachers' Association of Ontario, C.P. 430, Teeswater (Ontario), N0G 2S0.

Canadian Society of Agricultural Engineering, Agricultural Engineering Section, Kemptville College of Agricultural Technology, Kemptville (Ontario), K0G 1J0. Publication de divers rapports sur la relation entre l'énergie, la production alimentaire et les déchets.

Consumer Service. Consumers' Gas Company, C.P. 650, Scarborough (Ontario), M1K 5E3.

Consumer Service. Union Gas Limited, C.P. 5353, Station *A*, London (Ontario), N6A 9Z9.

Factsheet. Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, Queen's Park, Toronto (Ontario).

Infomat. Bulletin hebdomadaire de Statistique Canada, centre de distribution des publications, bureau 1 200, édifice principal, Ottawa (Ontario), K1A 0T6.

Intercom. Teaching Toward Global Perspectives, 218 East 18th Street, New York, N.Y. 10003.

Journal of Nutrition Education. Society for Nutrition Education, 214 Shattuck Avenue, Suite 1110, Berkeley, Californie 94704.

Le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario distribue, par l'intermédiaire de ses bureaux de comté, des publications sur divers sujets ayant trait à la production des aliments.

Ministère de l'Énergie de l'Ontario, 56 ouest, rue Wellesley Street, Toronto (Ontario), M7A 2B7.

Ministère de l'Environnement de l'Ontario, 135 ouest, av. St. Clair, Toronto (Ontario), M4V 1P5. Offre divers rapports sur l'économie d'énergie.

Notes on Agriculture. Ontario Agricultural College, University of Guelph, Co-ordinator of Agricultural Extension, Guelph (Ontario), N1G 2W1.

Hydro-Ontario, 700, av. University, Toronto (Ontario) M5G 1X6. Publie des brochures spécialisées sur la consommation d'énergie électrique *(Conservenergy*, par exemple).

R.W.B. JACKSON LIBRARY
3 0005 03081059 5

C.R.
333.7
E567
French
Energie et societe.

DATE DUE

261-2500

Printed in USA